KHÁM PHÁ THẾ GIỚI

Số phận của vũ trụ

Big Bang và sau đó

TRỊNH XUÂN THUẬN
Nhiều người dịch

NHÀ XUẤT BẢN KIM ĐỒNG

Cảnh tượng vũ trụ thay đổi trong sự ngỡ ngàng của chúng ta; đó không phải là những khối tro lì lặng lẽ lăn đi trong đêm tối vĩnh hằng mà ngòi tạo của Nàng Thơ đã chỉ ra trên trời, mà đó là sự sống, sự sống bao la, toàn năng, vĩnh hằng, đang diễn ra như những con sóng hài hoà trải dài đến tận những chân trời chẳng thể tiếp cận được của vô hạn, cái luôn chạy trốn chúng ta!

Những kết quả mới tuyệt diệu làm sao!

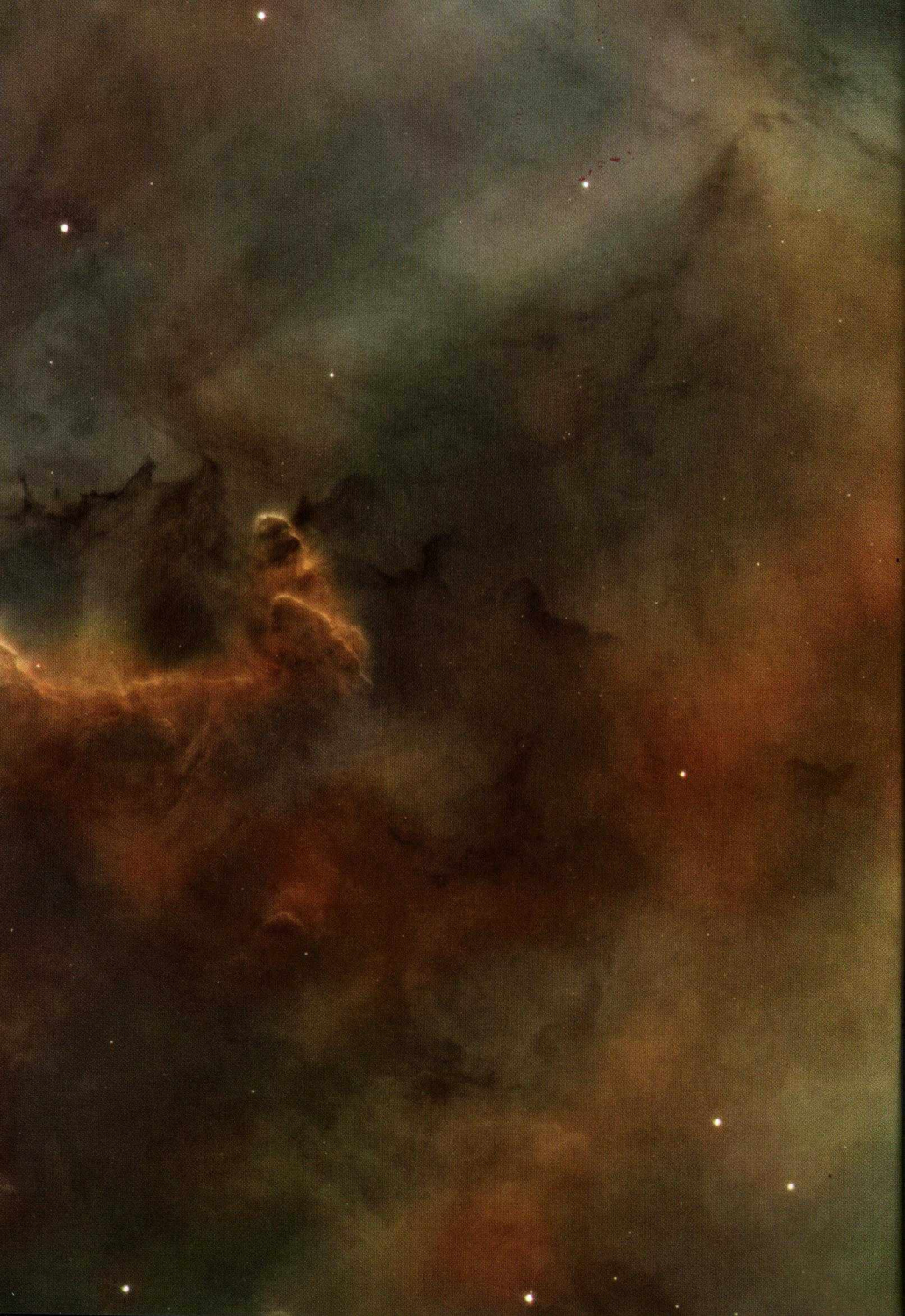
Lộng lẫy biết bao nhiêu đề mà chiêm ngưỡng!

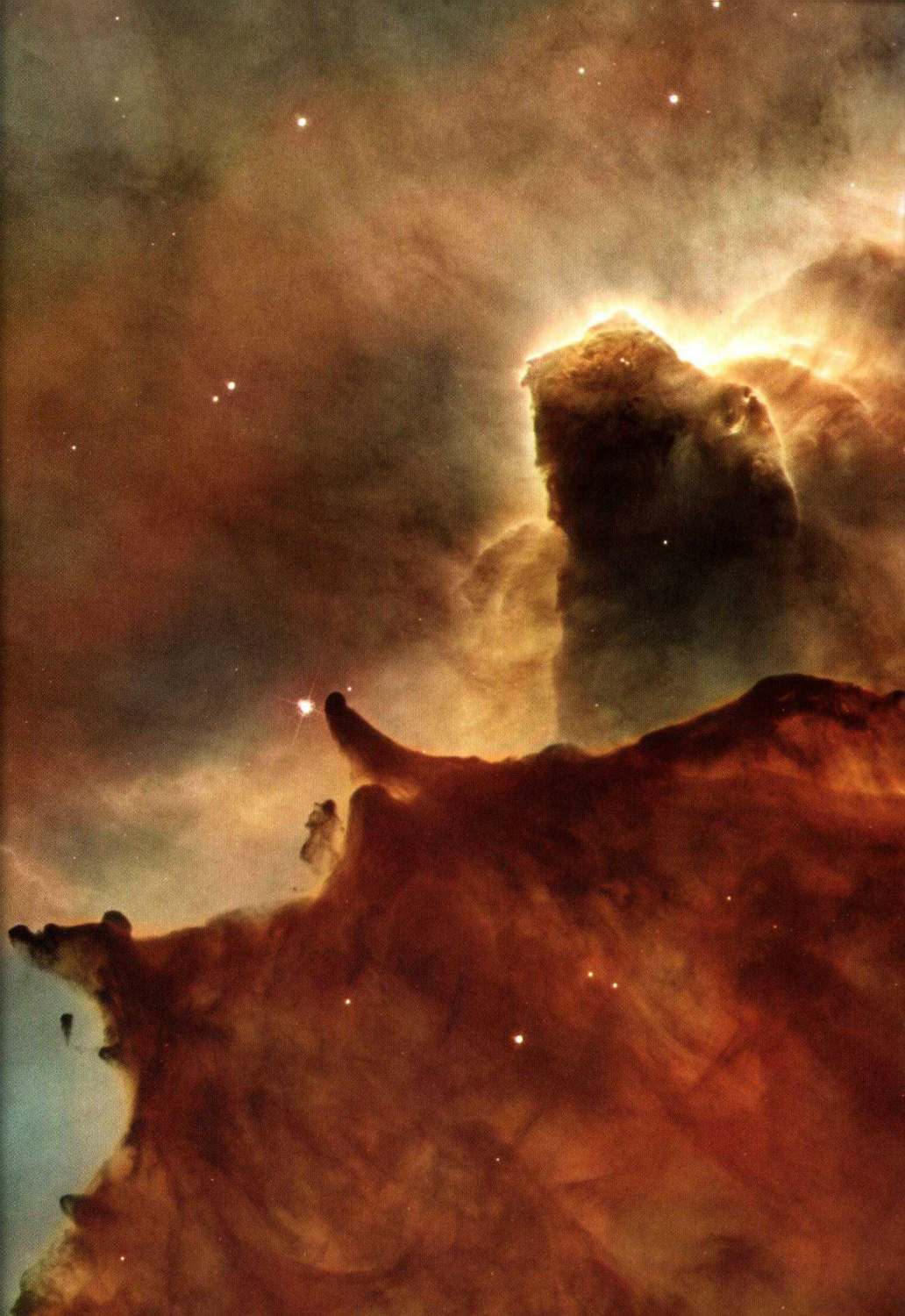
Những vùng tuyệt đẹp thật đáng được đi qua!

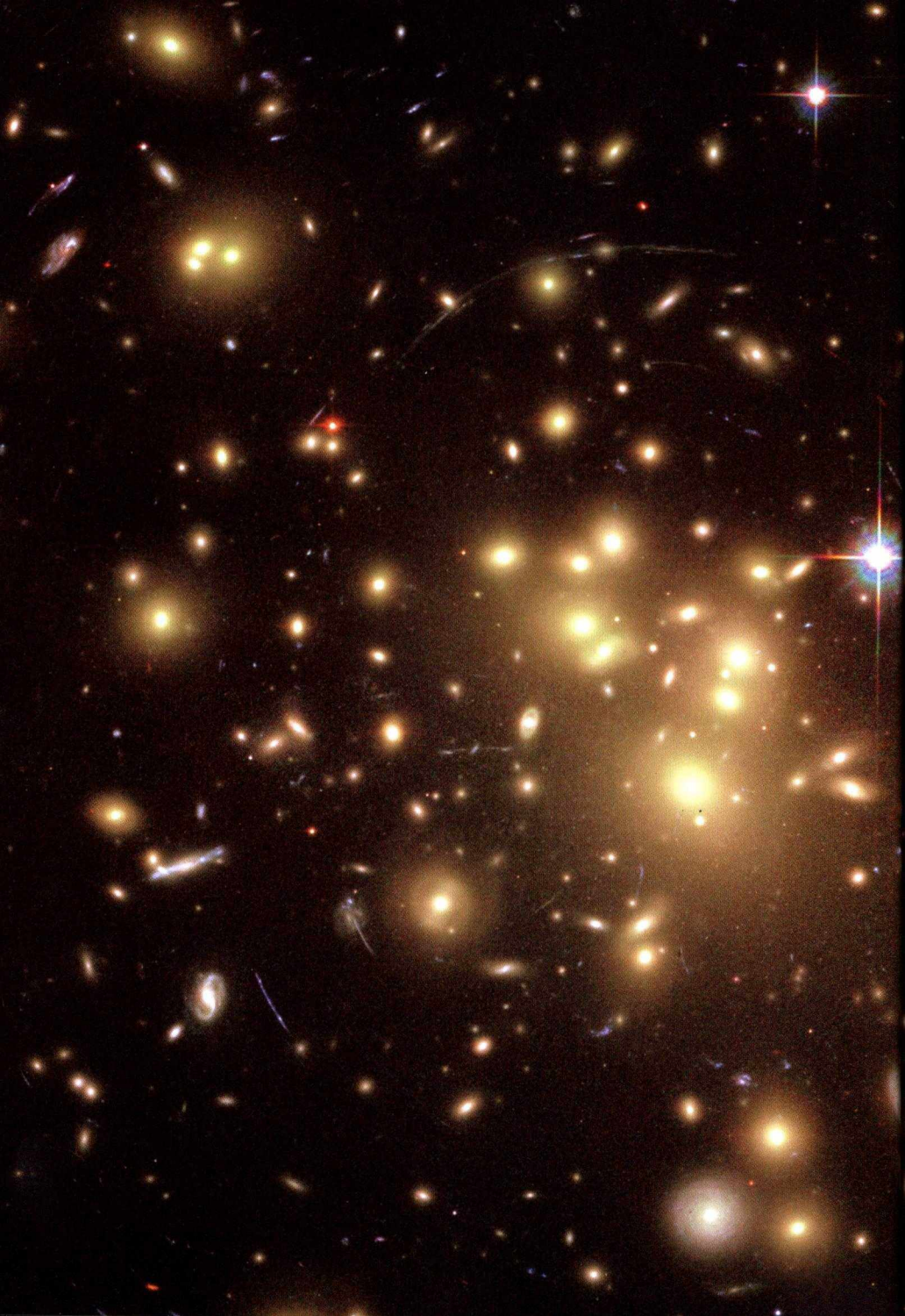
Một loạt các bức tranh đề mà ngưỡng mộ, trong cuộc tìm kiếm cao quý và hiền hòa của tư tưởng nhân loại – những cuộc tìm kiếm cao cả không phải trả giá bằng máu, bằng nước mắt mà còn mang lại cho chúng ta ý thức về cái Chân, trong sự chiêm ngưỡng cái Đẹp.

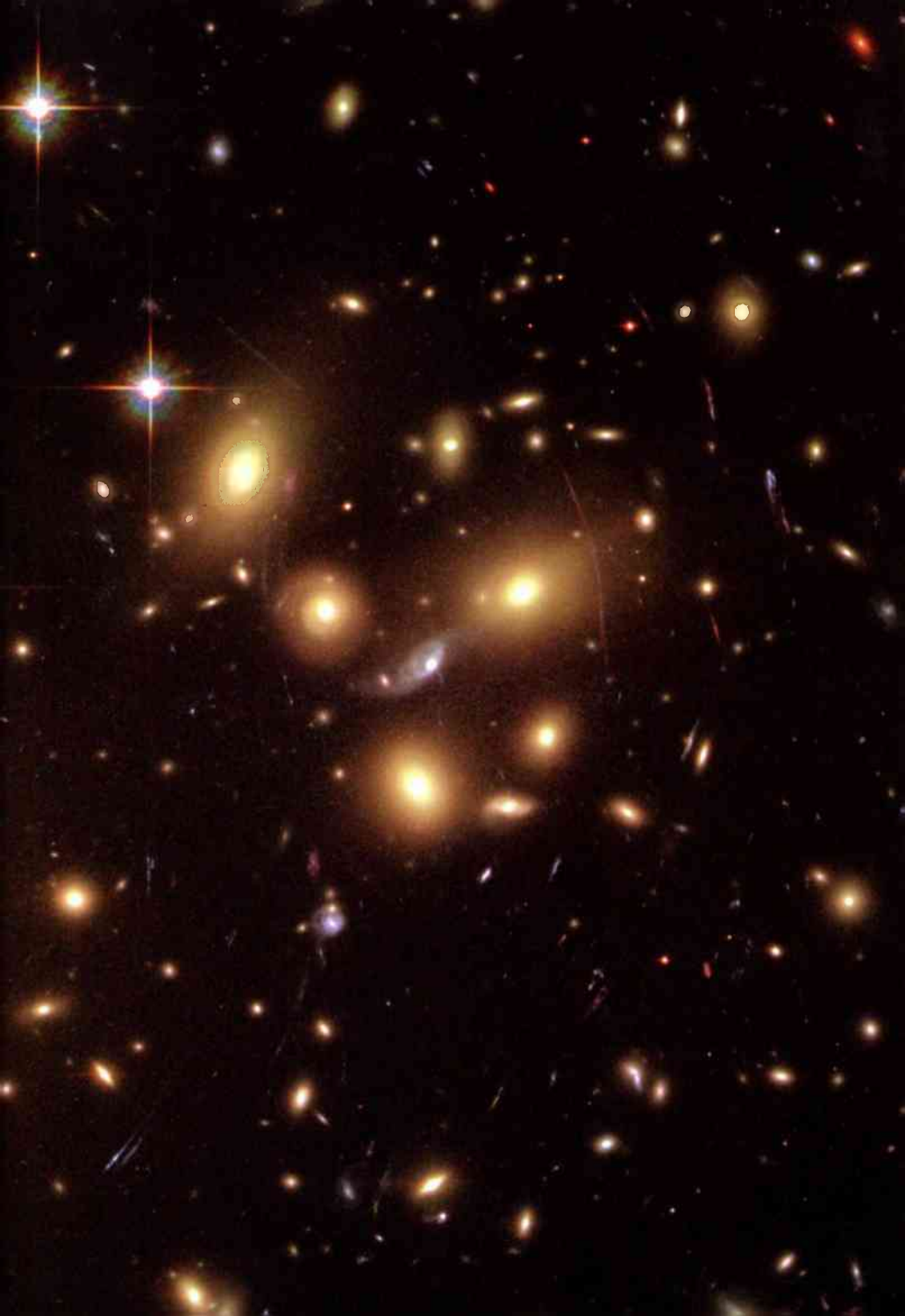
Camille Flammarion

Thiên văn học đại chúng, 1925









MỤC LỤC

1
Phụ bản ảnh
Các tinh vân và các thiên hà

12
Chương 1
LỊCH SỬ VŨ TRỤ
Cho đến thế kỉ XVI, con người vẫn nghĩ rằng Trái Đất là trung tâm của vũ trụ. Copernicus, rồi Galilei và Kepler đã bác bỏ quan niệm này để cho ra đời thuyết nhật tâm. Với Newton, hành tinh của chúng ta mất hút trong một vũ trụ vô tận, cơ học và tất định.

30
Chương 2
VƯƠNG QUỐC THIÊN HÀ
Ngày nay, nhờ những kính thiên văn ngày một mạnh hơn, các nhà thiên văn học nghiên cứu ánh sáng của vô số thiên hà định cư trong vũ trụ, từ Ngân Hà của chúng ta cho đến các thiên hà xa xôi nhất.

60
Chương 3
BIG BANG
Vũ trụ sinh ra cách đây khoảng 14 tỉ năm từ một vụ nổ kinh hoàng, đó là Big Bang. Từ những hạt quark đến nguyên tử, mọi sự dần trở nên phức tạp để tạo nên một tấm thảm mênh mông của vũ trụ.

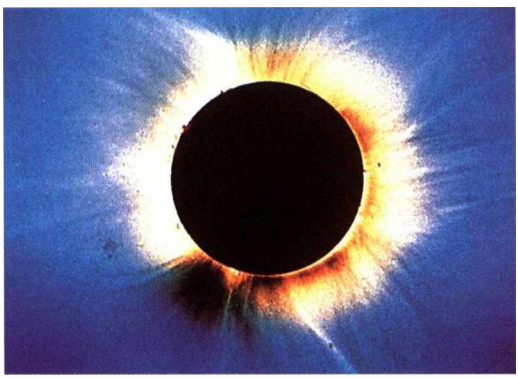
78
Chương 4
SỐ PHẬN CÁC NGÔI SAO
Mặt Trời, cũng như tất cả các ngôi sao trong vũ trụ, sinh ra, tồn tại rồi chết. Những tinh vân hành tinh, sao lùn trắng, *pulsar*, lỗ đen và sao siêu mới là nhân chứng cho những cái chết của các ngôi sao.

102
Chương 5
HÀNH TINH ĐƯỢC TẠO RA
Trong tất cả các hành tinh của Hệ Mặt Trời, chỉ có Trái Đất là có thể đánh thức và phát triển sự sống có trí tuệ. Nhưng con người có thực sự là duy nhất trong vũ trụ?

SỐ PHẬN CỦA VŨ TRỤ
BIG BANG VÀ SAU ĐÓ

TRỊNH XUÂN THUẬN

Người dịch: Lại Thị Thu Hiền, Hoàng Thanh Thủy,
Tạ Thị Phương Thủy, Vũ Thị Bích Liên,
Đỗ Thanh Hường, Nguyễn Phấn Khanh
Hiệu đính: Phạm Văn Thiều



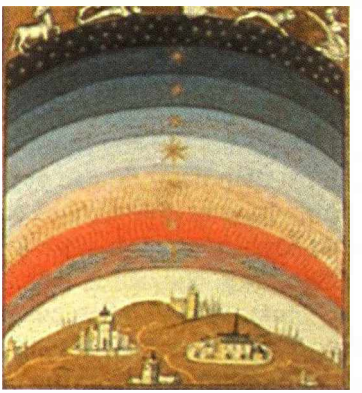
NHÀ XUẤT BẢN KIM ĐỒNG

Để giải mã giai điệu bí ẩn của vũ trụ, con người đã luôn cố gắng tập hợp những mảnh thực tại vào một sơ đồ nhất quán. Bề ngoài những mảnh thực tại này có vẻ rời rạc, chẳng quan hệ gì với nhau như ánh sáng ban ngày hay bóng tối ban đêm, ánh sáng màu tím nhạt lúc Mặt Trời mọc hay ánh lửa đỏ lúc hoàng hôn, hoặc cái vòng cung màu trắng nhạt tô điểm cho bầu trời trong những đêm hè đẹp trời.

CHƯƠNG 1

LỊCH SỬ VŨ TRỤ

Trải qua các thời kì và các nền văn hoá, con người đã gửi gắm những khát vọng và ước mơ của mình lên bầu trời. Người Ai Cập thì nhìn thấy ở đó cơ thể một người đàn bà đẹp, nữ thần Nut (hình bên trái, trên quách của Tachapen-Khonson). Con người thời Trung Cổ, vốn đã biết Trái Đất hình tròn, nghĩ rằng vị trí của các hành tinh đối với các chòm sao hoàng đạo (bức vẽ bên cạnh) quyết định số phận con người và các quốc gia.



Thần Mặt Trời Ra (hình bên cạnh, được trát và sơn lên một tấm bia bằng gỗ) ban sức nóng và năng lượng cho một nữ tín đồ) có vai trò quan trọng nhất trong thần thoại thuộc giai đoạn cuối của Ai Cập cổ đại (2.480 - 2.350 TCN).

Khi thần linh thống trị vũ trụ

Từ thời xa xưa, con người luôn tìm cách xua tan nỗi hoang mang của mình trước không gian vô tận bằng cách xây dựng những sơ đồ có tổ chức để tạo ra một bộ mặt thân quen về thế giới xung quanh.

Có thể cách đây vài trăm nghìn năm, trước thời người Neanderthan, con người sống trong một vũ trụ mà tất cả đều là thần linh: thần Mặt Trời vào ban ngày, thần Mặt Trăng và các vì sao vào ban đêm, thần cây cho hoa trái, thần đá mà ta vấp phải, tóm lại một vũ trụ làm yên lòng và gần gũi, phù hợp với con người.

Cách đây khoảng mười nghìn năm, đã xuất hiện vũ trụ thần thoại do các vị thần cai trị. Tất cả các hiện tượng tự nhiên, kể cả sự sáng thế đều là kết quả của hành động, tình yêu và hôn phối, thù hận và chiến tranh của các vị thần.

Chức năng sinh sản của phụ nữ gợi cảm hứng cho nhiều huyền thoại sáng thế.

Đối với người Babylon sống cách đây năm nghìn

năm, Anu, thần Trời, được sinh ra từ sự hôn phối của người phụ nữ khởi thủy Tiamat, với Apsu, thần Vực thẳm của các đại dương. Rồi đến lượt Anu và Tiamat sinh ra Ea, thần Đất.

Trong vũ trụ thần thoại Ai Cập, đại dương khởi thuỷ cũng chính là nguồn sống. Nơi đó sinh linh đầu tiên Atum đã sống, mang trong mình tất cả mọi thứ để tồn tại, và sau này trở thành thần Ra, thần Mặt Trời. Giữa đại dương khởi thuỷ, trôi nổi một cái đĩa phẳng bao quanh là núi đồi, gọi là Geb, Trái Đất. Cơ thể của nữ thần Nut xinh đẹp, được thần Không khí Shu nâng đỡ, tạo thành vòm trời. Đồ trang sức lấp lánh trên cơ thể Nut chính là các hành tinh và ngôi sao. Trong hành trình thường nhật trên trời, thần Ra băng qua cơ thể thần Nut trên một chiếc thuyền vào ban ngày, để ban đêm mệt mỏi trở về qua thế giới âm ti.

Trong quan niệm về vũ trụ của người Trung Hoa xưa, không tồn tại các vị thần được nhân hóa. Thế giới được sinh ra từ tác động tương hỗ và linh hoạt của hai lực đối cực, là âm và dương. Dương là trời, là quyền lực của phái nam, sáng tạo và mạnh mẽ. Âm là đất, là yếu tố nữ và là mẹ. Âm và Dương nối tiếp nhau trong một vòng tuần hoàn bất tận, ánh sáng nóng và khô của Mặt Trời là dương nhường chỗ cho ánh sáng tối, lạnh và ẩm của Mặt Trăng là âm.

Trong thần thoại Ấn Độ, thần Shiva đại diện cho năng lượng vũ trụ vĩnh hằng. Ở hình bên, ngài nhảy điệu múa Sáng thế, xung quanh là vòng lửa thoát ra từ một bông hoa sen, biểu tượng của Hiểu biết. Thần có bốn tay: bàn tay trái bên trên cầm một cái trống lục lạc biểu tượng cho âm nhạc của Sáng tạo; bàn tay phải bên trên cầm lửa hoại diệt báo trước cái chết sẽ đến của vũ trụ. Thực ra các thần thoại Ấn Độ đều nói về một vũ trụ trải qua những chu kì sinh tử trong hàng tỉ năm. Điều đó không khỏi gợi ta nhớ đến một số khái niệm của vũ trụ học hiện đại. Nếu ngày nay ai cũng biết rằng vũ trụ giãn nở, chẳng ai biết tương lai của nó sẽ ra sao! Nếu nó có đủ khối lượng để lực hấp dẫn kìm hãm quá trình giãn nở thì một ngày nào đó vũ trụ sẽ co sập lại và kết thúc trong trạng thái vô cùng nóng và đặc. Đó sẽ là một vụ co lớn (Big Crunch). Những động tác ở hai tay khác của Shiva tượng trưng cho sự cân bằng vĩnh cửu của sự sống và cái chết. Shiva nhảy múa trên lưng một gã lùn đang phủ phục, biểu trưng cho sự Vô minh.

Vào thế kỉ VI trước Công nguyên (TCN), dọc theo bờ biển Tiểu Á, ở Ionia, bỗng xuất hiện một "thần kì Hi Lạp"

Đối với người Hi Lạp, không có chuyện quan sát các hiện tượng tự nhiên mà không tìm hiểu nó, họ cũng không mù quáng phó mặc cho các vị thần. Những thành phần tạo nên thế giới bị chi phối bởi những quy luật mà lí trí con người có thể hiểu được. Con người chia sẻ tri thức với các vị thần. Phương pháp khoa học được sử dụng ngày nay đã xuất hiện suốt tám thế kỉ thời "thần kì Hi Lạp". Người ta chấp nhận ý tưởng cho rằng sự hoà hợp của thế giới chỉ có thể nhận thức được thông qua đo lường và quan sát các chuyển động trên trời, đặc biệt là chuyển động của các hành tinh.

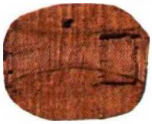
Khoa học không sinh ra ở Trung Quốc, mặc dù kĩ thuật của họ tiến bộ hơn cả phương Tây thời Trung cổ; ví dụ như thuốc súng và la bàn là những phát minh của người Trung Quốc. Tại sao vậy? Có lẽ bởi vì khoa học chỉ phát triển tùy thuộc vào quan niệm cho rằng con người tạo nên vũ trụ. Người phương Tây quả quyết rằng chỉ có một Đấng Sáng Tạo duy nhất là nguồn gốc của thế giới và vũ trụ vận hành theo những quy luật thần thánh rất chính xác mà con người phải khám phá. Người Trung Quốc không có quan niệm về Thượng Đế và những quy luật thần thánh cai quản thế giới, bởi vì mọi vật trong vũ trụ đều là kết quả của sự tác động qua lại giữa âm và dương (mà biểu tượng được nhà hiền triết Trung Hoa thể hiện trong bức thêu này ở thế kỉ XIX). Khoa học không có đất dung võ.

Trong vũ trụ học Hi Lạp, Trái Đất là trung tâm của vũ trụ

Ý muốn Trái Đất là trung tâm vũ trụ hoàn toàn có thể hiểu được. Thực ra, hằng đêm, khi chiêm ngưỡng quỹ đạo của những thiên thể di chuyển từ đông sang tây trên bầu trời, còn gì tự nhiên hơn là Trái Đất ngự trị bất di bất dịch ở trung tâm của vũ trụ, còn Mặt Trời, Mặt Trăng, các hành tinh và các ngôi sao đều quay quanh Trái Đất? Vào thế kỉ IV TCN, Plato quan niệm rằng vũ trụ là một mặt cầu mênh mông, với Trái Đất nằm ở tâm, bên trên có gắn các hành tinh cùng các vì sao và quay hằng ngày. Nhưng vũ trụ gồm hai mặt cầu ấy không thể giải thích được một tính chất kì lạ và đặc biệt trong chuyển động của một số hành tinh. Nếu mỗi đêm, các hành tinh và các vì sao cùng dịch chuyển trên trời từ đông sang tây, thì đôi khi một số hành tinh có vẻ như lại thực hiện một chuyển động lùi so với chuyển động của các ngôi sao.

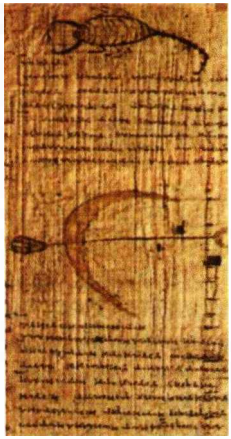
Trước vũ trụ địa tâm của Plato, mà sau thế kỉ sau đó dẫn đến thuyết địa tâm của Ptolemy (được biểu thị ở hình bên trái, dưới đây), những vũ trụ luận đầu tiên của Hi Lạp vẫn giữ những dư âm của thần thoại. Vì vậy, đối với Thales, Trái Đất phẳng, trôi nổi trên đại dương nguyên thủy. Nước là yếu tố ban đầu giống như trong quan niệm về vũ trụ của người

Babylon. Đối với Anaximander, thế giới là kết quả của sự tương tác và pha trộn những thứ trái ngược, nóng và lạnh, ánh sáng và bóng tối, điều này gợi lại thuyết âm dương của người Trung Hoa. Đối với Pythagoras, vũ trụ bị chi phối bởi những định luật toán học và các con số. Con số là nguyên tắc và cội nguồn của mọi vật, phản chiếu sự hoàn hảo của các vị thần.



Ngày nay chúng ta biết rằng chuyển động lùi này là không đúng. Nó có vẻ như vậy vì chúng ta quan sát chuyển động của các hành tinh từ Trái Đất mà chính Trái Đất cũng đang chuyển động.

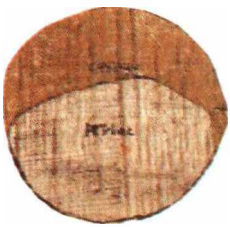
Eudoxus, một thanh niên cùng thời Plato, không nghĩ rằng Trái Đất có thể chuyển động. Để lí giải chuyển động lùi này với một Trái Đất bất động, ông biến vũ trụ gồm hai mặt cầu của Plato thành một vũ trụ với 33 mặt cầu. Ngoài mặt cầu Trái Đất và mặt cầu các vì sao, người ta thêm vào một mặt cầu đồng tâm cho mỗi hành tinh. Mỗi mặt cầu hành tinh lại gắn với những mặt cầu phụ. Những mặt cầu phụ này rất cần thiết vì nó phối hợp chuyển động luân phiên của các mặt cầu hành tinh với những mặt cầu phụ để giải thích chuyển động lùi của các hành tinh.



"Chúa tạo ra trời và đất"

Được chấp nhận hoàn toàn cho đến thế kỉ XVI, vũ trụ nhiều mặt cầu của Eudoxus mà sau này Ptolemy hoàn thiện, đã giải thích được một số chuyển động trên bầu trời, nhưng nó thiếu chiều kích tôn giáo. Chiều kích tôn giáo ấy được Aristotle đưa vào ngay sau đó, và 1.600 năm sau là Thomas d'Aquin.

Vào khoảng năm 350 TCN, Aristotle chia thế giới làm 2 phần, lấy mặt cầu Mặt Trăng làm ranh giới. Trái Đất và Mặt Trăng thuộc về thế giới vô thường và không hoàn hảo, nơi ngự trị sự sống, sự lão hóa và cái chết. Trong cái thế giới được tạo ra từ đất, nước, không khí và lửa ấy, mọi chuyển động đều theo phương thẳng đứng. Trái lại, trong thế giới của những "mặt cầu trên cao", mặt cầu của những hành tinh khác, của Mặt Trời và những vì sao, tất cả đều hoàn hảo, bất biến và vĩnh hằng.

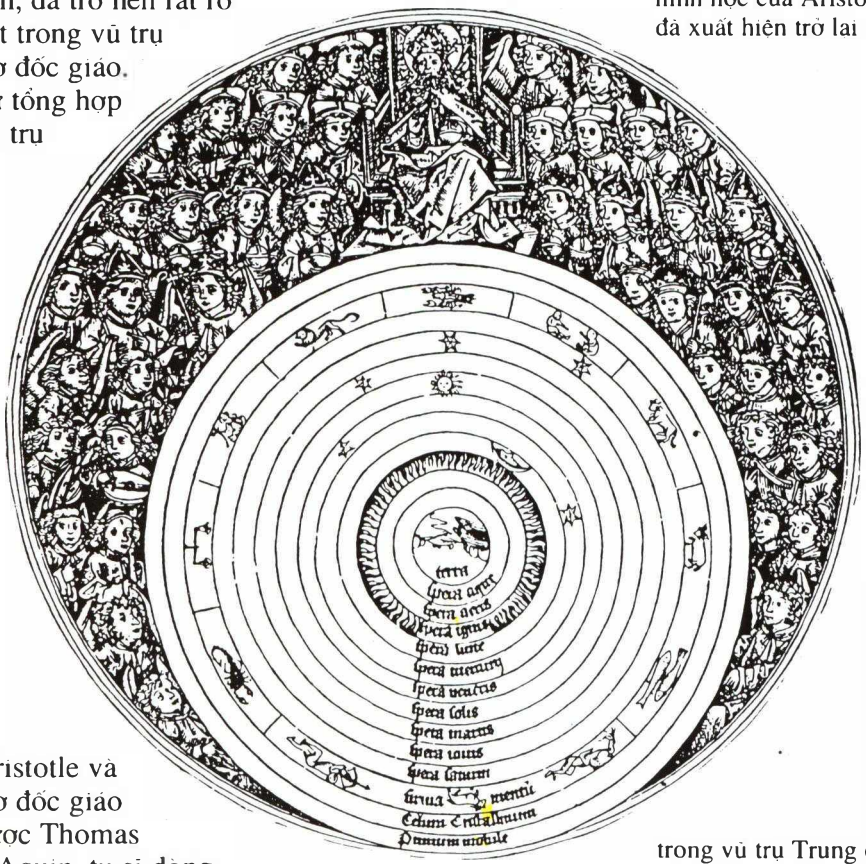


Đối với Plato (427-347 TCN), chỉ các dạng hình học trừu tượng, những "ý niệm" mới tạo nên vũ trụ đích thực, còn những đối tượng chỉ là cái bóng nhạt nhòa của thực tại. Vũ trụ phải được nghĩ ra chứ không phải được quan sát. Eudoxus (408-355 TCN) phản đối cách tiếp cận này (xem bức vẽ của ông về Mặt Trăng, Mặt Trời và các cung hoàng đạo bên cạnh). Đối với ông, lí trí thuần túy thì không đủ để bao quát thực tại. Nó phải được những quan sát dẫn dắt.

Chuyển động tự nhiên là theo đường tròn, điều này lí giải chuyển động quay vĩnh hằng của các mặt cầu hành tinh quanh Trái Đất.

Vai trò của Chúa Trời, ít được Aristotle chú ý đến, đã trở nên rất rõ nét trong vũ trụ Cơ đốc giáo. Sự tổng hợp vũ trụ

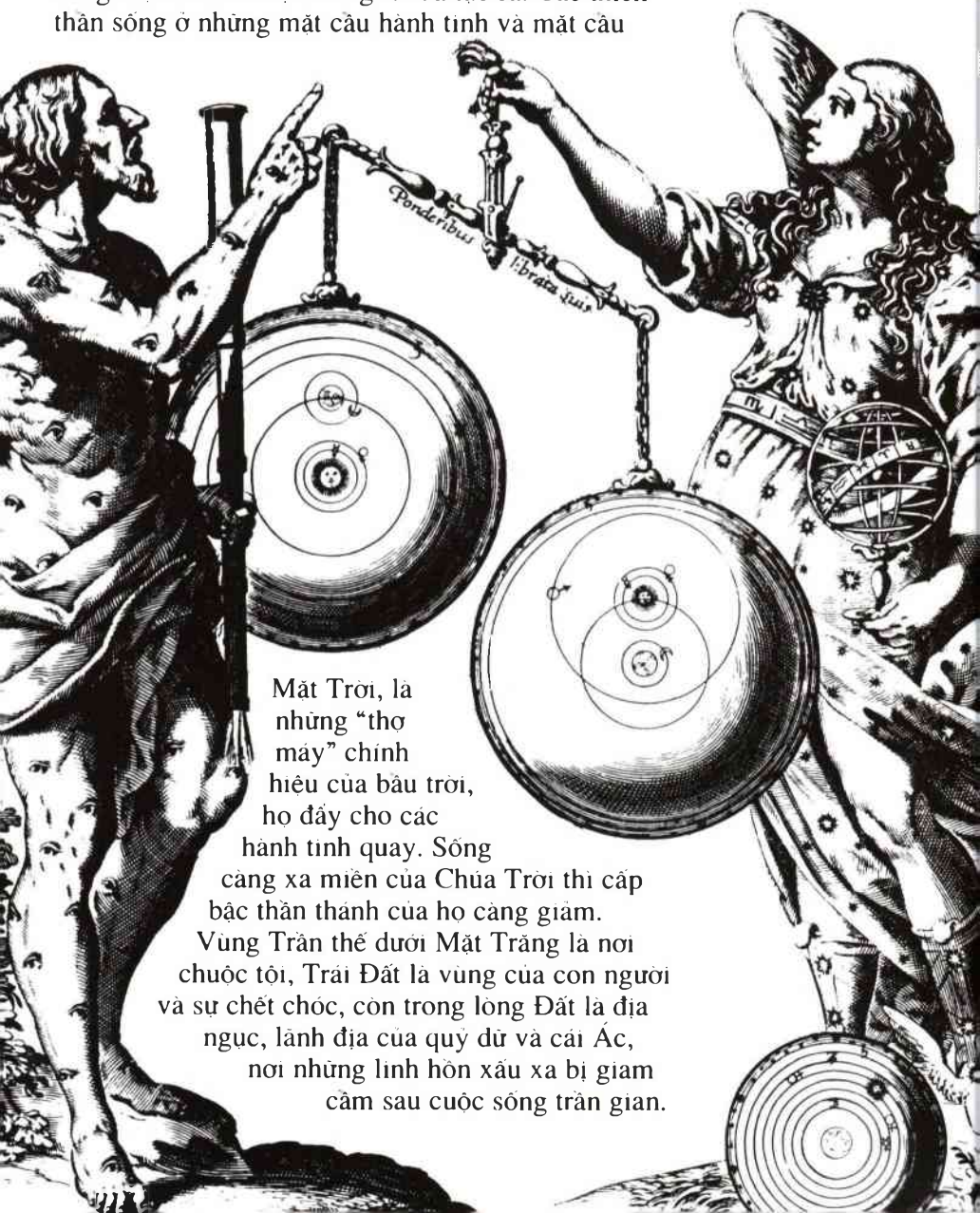
Yếu tố thần thoại vốn biến mất trong vũ trụ hình học của Aristotle, đã xuất hiện trở lại



Aristotle và Cơ đốc giáo được Thomas d'Aquin, tu sĩ dòng Dominique hoàn thiện vào thế kỉ XIII. Ngoài mặt cầu của Mặt Trăng, Mặt Trời, các hành tinh và các ngôi sao, ông thêm vào mặt cầu nguyên thủy một chuyển động tròn đều.

trong vũ trụ Trung cổ với những hình hài và quan niệm xuất phát từ Cơ đốc giáo.

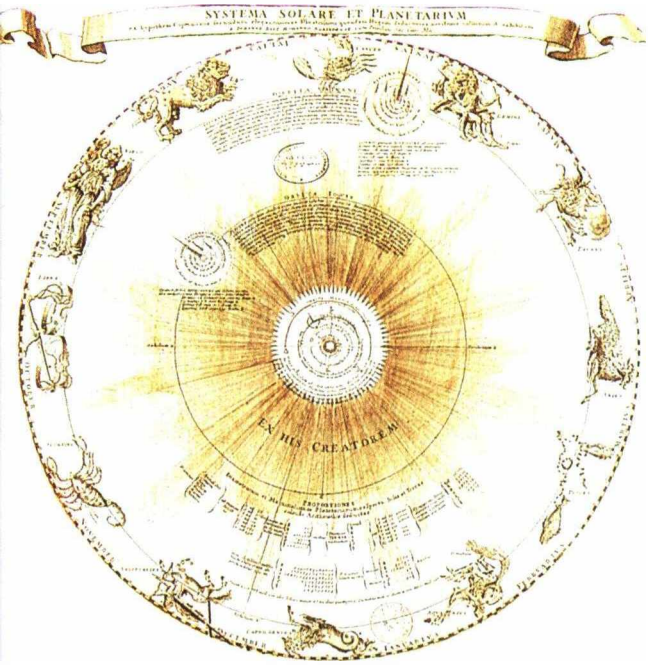
Chúa Trời từ nay được nhân cách hoá, ngự trong miền của "những ngọn lửa bất diệt", bên trên mặt cầu sơ khai. Được một loạt các thiên thần trợ giúp, Chúa Trời trông coi công việc của vũ trụ mà người đã tạo ra. Các thiên thần sống ở những mặt cầu hành tinh và mặt cầu



Mặt Trời, là những "thợ máy" chính hiệu của bầu trời, họ đẩy cho các hành tinh quay. Sống càng xa miền của Chúa Trời thì cấp bậc thần thánh của họ càng giảm. Vùng Trần thế dưới Mặt Trăng là nơi chuộc tội, Trái Đất là vùng của con người và sự chết chóc, còn trong lòng Đất là địa ngục, lãnh địa của quỷ dữ và cái Ác, nơi những linh hồn xấu xa bị giam cầm sau cuộc sống trần gian.

Thuyết nhật tâm hay cuộc cách mạng Copernicus

Trái Đất chiếm vị trí trung tâm của vũ trụ trong gần hai thiên niên kỉ. Năm 1543, với sự ra đời của cuốn sách *Về sự quay của các thiên cầu*, linh mục phụ tá người Ba Lan Nicolas Copernicus đã khởi phát cuộc cách mạng về nhận thức mà những hệ quả của nó cho đến ngày nay vẫn còn rõ rệt. Ông trục xuất Trái Đất ra khỏi vị trí trung tâm của vũ trụ và thay vào đó là Mặt Trời. Trái Đất cũng chuyển động như những hành tinh khác, và hoàn thành hành trình hằng năm của nó quanh Mặt Trời.

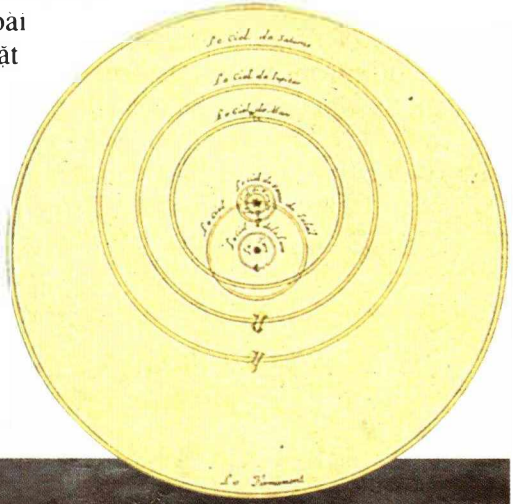


Học thuyết về một vũ trụ nhật tâm đã giáng một đòn chí tử vào tính kiêu ngạo của nhân loại. Con người mất đi vị trí bá chủ trong vũ trụ. Họ không còn là con cưng của Chúa Trời nữa, vũ trụ không phải được tạo ra duy nhất cho họ. Trái Đất trở thành một "mặt cầu trên cao" như những hành tinh khác. Nhưng, bởi vì nó không hoàn hảo và hay thay đổi, vậy phải chăng Aristotle đã nhầm, rằng vật phù du cũng được ngự trong thế giới của những "mặt cầu trên cao"?

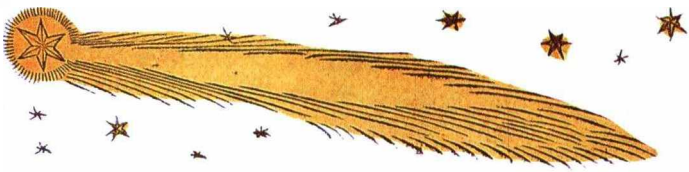
Hệ nhật tâm của Copernicus (1473-1543) đã mất nhiều thời gian để tạo được chỗ đứng trong nhận thức khoa học và trong đại chúng. Trong trang đầu cuốn *Pho sách thiên văn mới* của Riccioli (1651) (trang bên trái) hệ địa tâm của Aristotle bị quăng dưới chân của các nhân vật, nhưng, nếu đem cân thì hệ của Tycho Brahe, một thoả hiệp giữa hệ Aristotle và Copernicus còn nặng hơn hệ của Copernicus.

Đầu thế kỉ XVII, Copernicus thắng thế: Mặt Trời ngự ở giữa các cung hoàng đạo (trang bên trái). Tại sao Copernicus lại không bị Giáo hội, nơi luôn bảo vệ vũ trụ địa tâm, chỉ trích? Bởi vì chính ông là giáo sĩ, trong lời tựa cuốn sách của mình, ông giới thiệu hệ nhật tâm như một mô hình toán học chứ không phải như một chân lí khoa học. Hẳn là Giáo hội hài lòng với cách diễn giải này.

Vũ trụ Copernicus được mở rộng đáng kể, và cũng làm giảm đáng kể tầm quan trọng của Trái Đất. Trước Copernicus, vũ trụ có kích thước bằng Hệ Mặt Trời, mặt cầu bên ngoài của những vì sao, chỉ hơi xa hơn mặt cầu Thổ Tinh. Tuy nhiên, Vũ trụ Copernicus vẫn là hữu hạn và bị hạn chế bởi mặt cầu bên ngoài các ngôi sao vốn đã trở nên bất động. Chuyển động của các ngôi sao từ đông sang tây, đêm này qua đêm khác không phải do sự quay của bầu trời quanh Trái Đất nữa, mà là do Trái Đất tự quay quanh nó hằng ngày.



Tuy nhiên, khi gắn cho Trái Đất chuyển động, còn các ngôi sao đứng yên, Copernicus đã đẩy mặt cầu bên ngoài các ngôi sao đi rất xa, vì những ngôi sao này vẫn ương ngạnh đứng im so với ngôi sao kia, mặc cho hành trình hằng năm của Trái Đất quanh Mặt Trời. Một ngôi sao ở gần được quan sát vào hai thời điểm khác nhau trong hành trình thường niên này lẽ ra phải dịch chuyển so với các ngôi sao ở xa. Vậy mà không thể nhận thấy sự thay đổi này. Từ đó, Copernicus kết luận rằng các ngôi sao hẳn phải cực kì xa xôi.

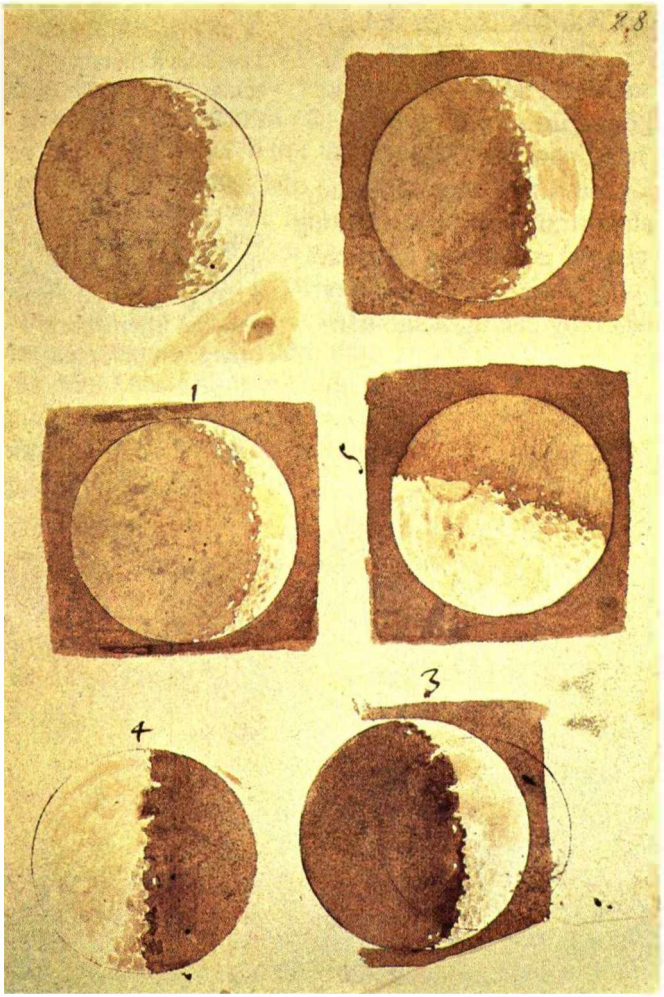


Tại sao các hành tinh không bị rơi?

Tycho Brahe người Đan Mạch tiếp nối cuộc cách mạng Copernicus. Ông đã nâng độ chính xác của những quan sát thiên văn lên một tầm cao mới, trong chừng mực có thể, trước khi sáng tạo ra kính thiên văn. Năm 1572, ông thấy xuất hiện một ngôi sao mới trong chòm sao Thiên Hậu (Cassiopeia), sáng đến nỗi trong vòng một tháng, ban ngày cũng có thể nhìn thấy được. Nó hẳn là phải ở xa lắm, xa tít bên ngoài mặt cầu hành tinh, bởi lẽ, trái với các hành tinh, nó không thay đổi vị trí so với các ngôi sao xa. Bầu trời đã thay đổi, tĩnh bất di bất dịch theo quan niệm của Aristotle còn bị lung lay hơn nữa. Ngày nay chúng ta biết rằng ngôi sao mới đó chính là một sao siêu mới, vụ nổ kinh hoàng báo hiệu cái chết của một ngôi sao nặng trong dải Ngân Hà, mà tại cơn bộc phát cuối cùng đã giải phóng trong vài ngày lượng năng lượng bằng hàng tỉ Mặt Trời.

Niềm tin của Aristotle vào sự hoàn hảo với những "tinh cầu trên cao" một lần nữa bị lung lay do sự xuất hiện của sao chổi lớn năm 1577. Cho đến lúc đó, những sao chổi được coi như những hiện tượng khí quyển của Trái Đất, giống như cầu vồng vậy.

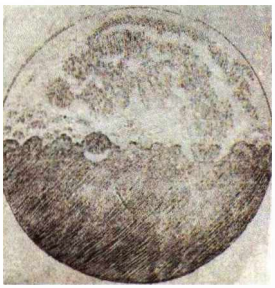
Vua Frederik II của Đan Mạch đã ban thưởng cho Tycho Brahe (1546-1601) cả hòn đảo Hven, rất gần Copenhagen, để ông theo đuổi những nghiên cứu. Ông đã cho xây đài thiên văn Uraniborg, mà ở đây ta thấy một phần phụ, đài Stjerneborg (trang bên trái, phía dưới). Mái vòm bảo vệ phòng quan sát ngầm dưới lòng đất. Các trợ lí của Tycho Brahe chuẩn bị cho công việc ban đêm. Một trong số họ cầm trên tay kính tứ phân, dụng cụ đo vị trí (kính thiên văn thời đó còn chưa có). Tycho Brahe đã biến Uraniborg thành đài quan sát đầu tiên của châu Âu. Ở đó ông nghiên cứu sao chổi năm 1577 (hình bên trên). Ông đề xuất một mô hình vũ trụ, dung hòa giữa vũ trụ nhật tâm của Copernicus và vũ trụ địa tâm của Aristotle: các hành tinh quay quanh Mặt Trời, nhưng Mặt Trời, với bầu đoàn các hành tinh của nó, quay quanh Trái Đất, giống như Mặt Trăng (bức vẽ trang bên trái, phía trên).



Tycho Brahe đã chứng minh rằng không thể như thế được. Sao chổi thay đổi vị trí so với các ngôi sao xa, điều đó chứng tỏ nó gần Trái Đất hơn rất nhiều so với các sao siêu mới, nhưng lại xa hơn Mặt Trăng, bởi vì dịch chuyển của sao chổi nhỏ hơn nhiều so với dịch chuyển của Mặt Trăng. Chắc chắn là nó phải ở đâu đó trong vùng của các tinh cầu.

Tycho Brahe đã xác định được rằng quỹ đạo của sao chổi hình oval chứ không phải tròn, lật lại quan niệm về vòng tròn hoàn hảo của những chuyển động trên trời.

Galilei (1564-1642) cha đẻ của vật lí thực nghiệm, bắt đầu sự nghiệp từ nghiên cứu chuyển động rơi của vật thể. Ông chứng minh rằng tất cả mọi vật rơi xuống đất có gia tốc như nhau, không phụ thuộc vào trọng lượng của chúng. Nếu không có sức cản của không khí, thì một cái lông chim hay một trái phá bằng chì thả từ ngọn tháp cùng một lúc sẽ chạm đất đồng thời. Năm 1609, ông quan sát những pha khác nhau của Mặt Trăng (được chỉ ra một cách rõ ràng và chính xác trong loạt tranh bên do chính Galilei vẽ).

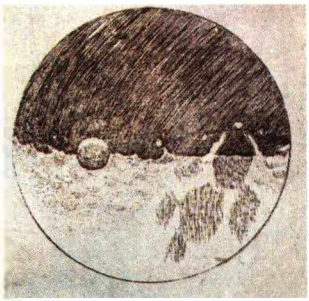


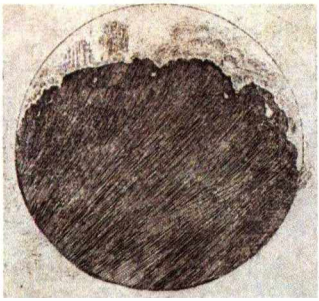
Ông khám phá ra rằng Kim Tinh cũng có các pha, là kết quả sự chiếu sáng của Mặt Trời xuống hành tinh này, các pha ấy chỉ có thể giải thích được nếu Kim Tinh quay theo quỹ đạo quanh Mặt Trời...

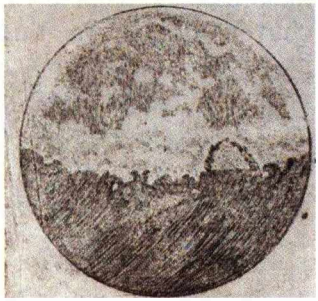
Còn hơn thế nữa: nếu quỹ đạo của sao chổi hình oval, nó buộc phải đi qua những tinh cầu rắn, một sự phi lí hoàn toàn nếu những tinh cầu này thực sự tồn tại. Tycho Brahe đi đến kết luận rằng đó chẳng qua chỉ là kết quả trí tưởng tượng của con người. Nhưng, nếu các hành tinh không bị gắn chặt vào các tinh cầu rắn thì sao chúng lại không bị rơi? Cái gì giữ nó lại trên trời?

Galilei dung hoà giữa trời và đất

Galileo Galilei người Ý đã kết liễu quan niệm của Aristotle cho rằng Trái Đất và bầu trời bị chi phối bởi các quy luật tự nhiên khác nhau, chuyển động trên Trái Đất theo đường thẳng, chuyển động trên trời theo đường



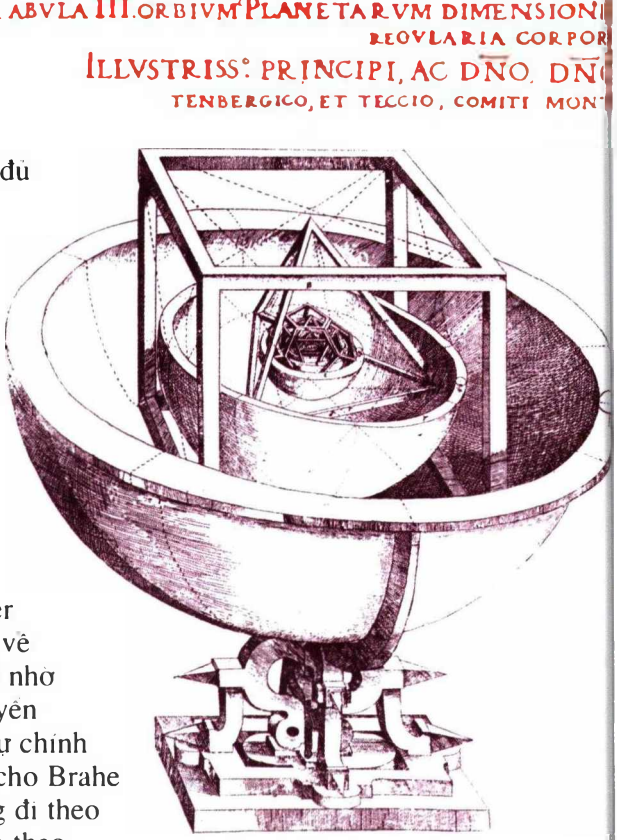




tròn. Theo Galilei, có một sự thống nhất sâu sắc giữa Đất và Trời, và mọi vật trong vũ trụ phải được chi phối bởi cùng các quy luật tự nhiên. Những quy luật này có thể được lí trí con người khám phá nhờ các quan sát chính xác. Năm 1609, lần đầu tiên Galilei hướng kính thiên văn lên trời. Những thứ "không hoàn hảo" mới xuất hiện trên trời: núi non nhấp nhô trên Mặt Trăng, những vết sẫm lốm đốm trên bề mặt Mặt Trời. Mộc Tinh có bốn vệ tinh quay quanh, làm cho ý tưởng rằng mọi thứ đều quay quanh Trái Đất không còn đúng nữa.

Ý thức được tầm quan trọng trong trong khám phá của mình, Galilei lập tức gửi một bức thư được mã hóa cho Kepler, ở Praha: "Mẹ ái tình (Kim Tinh) bắt chước dáng vẻ của thần Diane (Mặt Trăng)".

Trong quyển sách lớn *Đối thoại về hai hệ chính của thế giới*, xuất bản năm 1632, Galilei tuyên bố rõ ràng rằng vũ trụ là nhật tâm. Thế là quá đủ để Giáo hội quản thúc Galilei cho đến khi ông qua đời vào năm 1642, và sách của ông bị liệt vào danh mục sách cấm đến năm 1835. Cuộc li hôn giữa tôn giáo và khoa học vậy là đã hoàn tất.



Vào thế kỉ XVII, Kepler và Newton phát biểu các định luật hiện vẫn là cơ sở của vũ trụ khoa học

Năm 1606, Johannes Kepler người Đức đã vén màn bí mật về chuyển động của các thiên thể nhờ những quan sát chính xác chuyển động của các hành tinh, một sự chính xác không gì sánh kịp, mà Tycho Brahe đã bỏ dở. Các hành tinh không đi theo vòng tròn, hình dáng hoàn hảo theo Aristotle nữa, mà là hình elip. Hơn nữa, chúng không chuyển động với vận tốc đều - chuyển động hoàn hảo theo Aristotle, mà tăng tốc khi đến gần Mặt Trời, và giảm tốc khi đi ra xa Mặt Trời.

Tuy nhiên những định luật toán học về chuyển động của các hành tinh do Kepler phát biểu không giải quyết được vấn đề mà Tycho Brahe đặt ra khi loại bỏ các tinh cầu: cái gì giữ cho các hành tinh trên quỹ đạo của chúng? Tại sao chúng không bị rơi về phía Mặt Trời? Tại sao chúng lại quay quanh Mặt Trời khi mà không có các thiên thần đẩy đi?

Năm 1666, Isaac Newton người Anh đã trả lời các câu hỏi này và chính thức chôn vùi sự phân biệt giữa trời và đất.

Trước khi khám phá ra quy luật của các hành tinh, Kepler (1571-1630) nghĩ rằng thế giới bị hình học chi phối, rằng các tinh cầu của sáu hành tinh (lúc đó ba hành tinh khác vẫn chưa được biết đến) hẳn phải được lồng khít trong năm hình khối hoàn hảo của Plato và của Pythagoras như khối lập phương (ở trên là bức vẽ lấy từ cuốn *Bí ẩn vũ trụ* của ông).

DISTANTIAS PER QVINQVE
METRICA EXHIBENS.
IDERICO, DVCI WIR-
GARVM, ETC. CONSECRATA.

Theo Newton, một quả táo chín rơi trong vườn và chuyển động của Mặt Trăng quanh Trái Đất đều do một lực duy nhất gây ra: lực vạn vật hấp dẫn. Cũng như một quả táo tung lên trong không trung chẳng cần bất kì sự can thiệp nào từ bên ngoài để theo quỹ đạo của nó, Mặt Trăng không cần các thiên thần đẩy theo quỹ đạo.

Giả thiết về Chúa trời không còn cần thiết nữa

Theo Newton, một vũ trụ bị lực vạn vật hấp dẫn chi phối phải là vô hạn. Nếu nó có những giới hạn, sẽ phải tồn tại một điểm trung tâm mà lực hấp dẫn sẽ làm co sập mọi phần của vũ trụ về tâm điểm đó để tạo nên ở đó một khối lượng lớn, điều này không phù hợp với vũ trụ quan sát được. Vũ trụ Newton vận hành như một bộ máy đồng hồ. Nó là tất định: mọi thứ đều được điều phối bởi các định luật toán học rõ ràng và chính xác.

Bức tranh *Bánh răng hành tinh* (hình bên dưới) của Joseph Wright xứ Derby mô tả sự quan tâm lớn lao của công chúng Anh thế kỉ XVIII đối với vũ trụ cơ học của Newton (hình dưới, kính thiên văn phản xạ của ông).

William Parsons (1800-1867), nhà thiên văn học người Ireland (Ailen), chế tạo một kính thiên văn lớn nhất thời bấy giờ, với một chiếc gương đường kính 1,8 m. Ông khám phá ra rằng một số tinh vân trên trời có cấu trúc xoắn ốc. Ông đã có những bức phác hoạ rất đẹp (thiên thể Messier 51 bên trên, thiên thể Messier 99 trang bên phải, ở dưới) tuy không thực sự hiểu bản chất của chúng.

Chúa không cần phải can thiệp vào công việc của con người nữa. Sau khi đã lên "dây cót" cho vũ trụ, Chúa đứng từ xa quan sát sự tiến triển của nó.

Chúa lánh xa đến nỗi vào thế kỉ XVIII, Pierre Simon de Laplace người Pháp quyết định không cần tới Ngài nữa. Khi ông tặng Napoléon Bonaparte cuốn *Cơ học thiên thể*, vị hoàng đế này trách ông

không nhắc, dù chỉ một lần, tới vị Kiến trúc sư Vĩ đại. Laplace đã trả lời rào hoành: "Thần không cần đến giả thiết đó."

Nhỏ nhoi trong vũ trụ vô hạn, cách xa Chúa Trời trong một vũ trụ cơ học và tất định, người phương Tây thế kỉ XIX tự an ủi khi nghĩ rằng dù sao mình cũng là các hậu duệ của Adam và Eva, do Chúa Trời ưu ái tạo ra để làm chủ Trái Đất. Khi xuất bản cuốn *Nguồn gốc các loài qua con đường chọn lọc tự nhiên* năm 1859, Charles Darwin người Anh đã làm tan vỡ ảo tưởng cuối cùng đó. Theo nhà tự nhiên học này, nguồn gốc của con người ít cao quý hơn nhiều: là hậu duệ của loài vượn, đã tiến hoá qua các loài bò sát, cá và các tế bào nguyên thuỷ. Sự tiến hoá sinh học đã mất rất nhiều thời gian, hàng tỉ năm theo những nghiên cứu về Trái Đất, thay vì sáu nghìn năm mà Kepler và Newton tính cho vũ trụ.

Sau khi lớn lên trong không gian, vũ trụ cũng lớn lên trong thời gian.

Nhà toán học lỗi lạc, hầu tước de Laplace (1749-1827), đã góp phần giúp cho chúng ta hiểu được thấu đáo hơn chuyển động của các hành tinh. Ông đề xuất lí thuyết về sự hình thành Hệ Mặt Trời và là một trong những người đầu tiên đề cập đến lỗ đen, mà ông gọi là "thiên thể bí bịt kín".

Vào đầu thế kỉ XX, sự lên ngôi của những kính thiên văn lớn cho phép con người khám phá bầu trời một cách bài bản. Hoá ra hành tinh của chúng ta mất hút trong hàng trăm tỉ ngôi sao của Ngân Hà. Và Ngân Hà, đến lượt nó, lại mất hút trong hàng trăm tỉ thiên hà tồn tại trong vũ trụ.

CHƯƠNG 2

VƯƠNG QUỐC THIÊN HÀ

Nằm cách Trái Đất 2,3 triệu năm ánh sáng, thiên hà Tiên Nữ (trang bên) có thể nhìn thấy được bằng mắt thường vào một đêm đông đẹp trời. Phần trung tâm của nó gồm những ngôi sao già màu vàng trong khi những ngôi sao trẻ màu xanh tạo nên những tay xoắn. Hai thiên hà vệ tinh lùn ở hai bên.

Được đặt ở bang New-Mexico, kính thiên văn vô tuyến khổng lồ của Mĩ VLA - Very Large Array "là một dãy các kính thiên văn vô tuyến rất lớn" - gồm 27 chiếc (hình bên phải là một số trong dãy đó), mỗi chiếc có đường kính 25 m, tạo thành một hình chữ Y mà mỗi nhánh trải dài tới 21 km.

Ánh sáng là phương tiện đặc ân cho việc giao tiếp giữa con người và vũ trụ. Nó mang thông tin đến cho con người với vận tốc 300.000 km/s, vận tốc lớn nhất có thể đạt được trong vũ trụ.

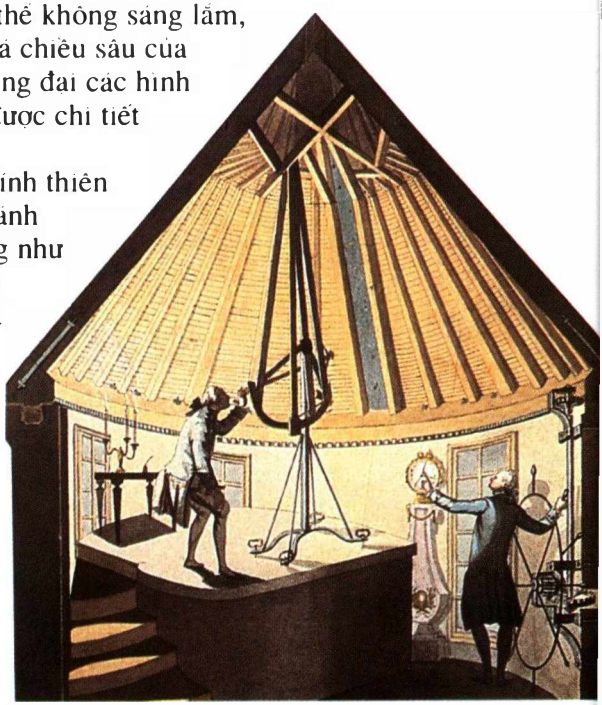
Mắt thường có những giới hạn của nó: đó là một cỗ máy thu nhận rất nhiều tia sáng rất nhỏ và nó không thể nhìn chằm chằm mãi vào cùng một hình ảnh duy nhất. Bộ não con người được tạo ra theo cách cứ 3/100 giây, cần làm mới hình ảnh được truyền qua mắt. Bởi vậy mắt thường chỉ nhìn được những sự vật rất sáng và rất gần. Vũ trụ xa xôi hoàn toàn vuột khỏi nó.

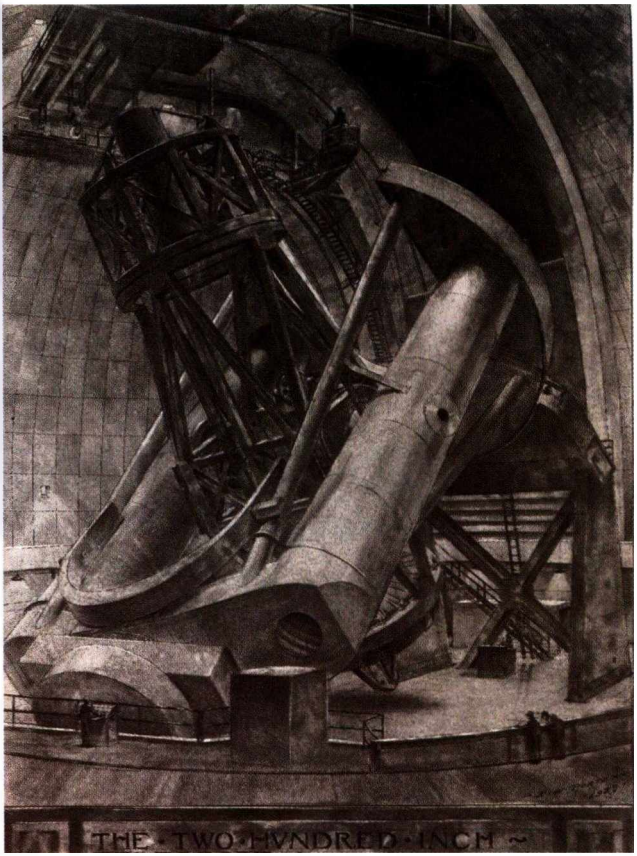
Từ chiếc kính của Galilei, các kính thiên văn không ngừng lớn hơn và hoàn thiện

Kính thiên văn đã giúp chúng ta theo hai cách. Một mặt, bề mặt rộng lớn của chúng cho phép thu nhận được nhiều ánh sáng hơn mắt chúng ta, và chúng được thiết kế để quan sát một vật thể trong khoảng thời gian bao lâu tuỳ ý. Bởi vậy chúng có thể phân biệt được những vật thể không sáng lắm, cách Trái Đất rất xa, khám phá chiều sâu của bầu trời. Mặt khác, chúng phóng đại các hình ảnh, cho phép chúng ta nhìn được chi tiết hơn.

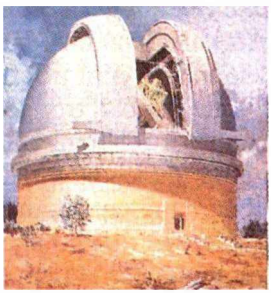
Xuất hiện đầu tiên là các kính thiên văn khúc xạ, chúng thu nhận ánh sáng nhờ một thấu kính (giống như mắt kính). Nhưng đường kính của chúng không thể vượt quá 1 m, bởi vì những thấu kính lớn hơn thì quá cồng kềnh, do vừa nặng vừa dày. Thế là bắt đầu thời kì thịnh hành của những kính thiên văn phản xạ, ở đây ánh sáng được thu nhận nhờ một gương parabol lớn. Vào đầu thế kỉ XX, hai kính thiên văn, một cái có đường kính 1,5 m, cái kia

Công nghệ hiện đại đã làm thay đổi rất nhiều công việc của nhà thiên văn. Các kính thiên văn đã được tự động hóa. Đã qua rồi cái thời mà việc quan sát qua kính thiên văn và mở mắt vòm kính được thực hiện bằng tay (như được mô tả trên bức tranh thuộc thế kỉ XIX ở bên dưới). Kể từ đây hình ảnh lãng mạn về một nhà bác học ngồi trong bóng tối, dán mắt vào kính thiên văn, chống lại cái lạnh và cơn buồn ngủ đã vĩnh viễn lui vào dĩ vãng.

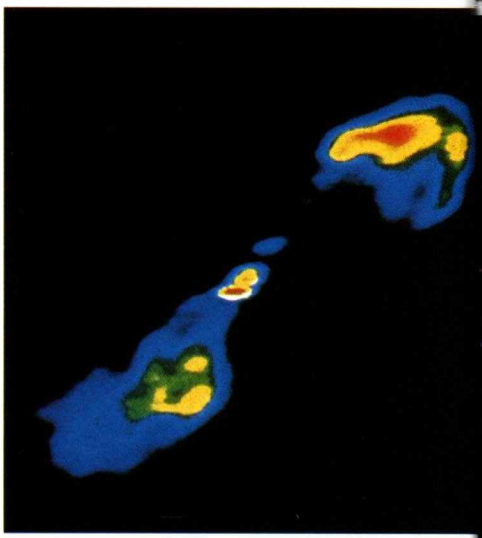




Được đặt trên đồi Palomar, kính thiên văn phản xạ khổng lồ Hale (đặt theo tên người xây dựng) (hình bên dưới) được điều khiển nhờ một máy tính mạnh, như mọi kính thiên văn hiện đại. Ngay khi kính thiên văn thực hiện các quan sát, hình ảnh thiên thể được nghiên cứu xuất hiện trên một màn hình ti vi, được phóng đại lên cả nghìn lần. Mái vòm (hình bên dưới) cao bằng cả một tòa nhà 10 tầng.



có đường kính 2,5 m, lần lượt được xây dựng vào năm 1908 và 1922 trên núi Wilson, ở phía nam California và đã làm thay đổi nhận thức của chúng ta về thế giới. Năm 1948, trên đỉnh một ngọn núi khác ở nam California, đỉnh Palomar, một kính thiên văn đường kính 5 m được đưa vào sử dụng. Cho đến năm 1976, nó vẫn là kính thiên văn phản xạ lớn nhất thế giới, trước khi kính thiên văn của Liên Xô có đường kính 6 m được đưa vào sử dụng trên một ngọn núi ở Kavkaz. Năm 2008, các kính thiên văn Keck, đặt trên đỉnh ngọn núi lửa đã tắt Mauna Kea, quần đảo Hawaii, là hai trong những kính thiên văn lớn nhất thế giới, mỗi chiếc có đường kính 10 m. Ngày nay, trên khắp thế giới, có 15 kính thiên văn với đường kính lớn hơn 6 m, được đặt trên

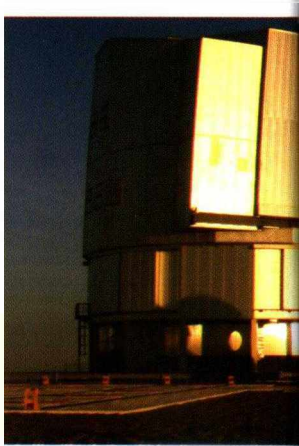


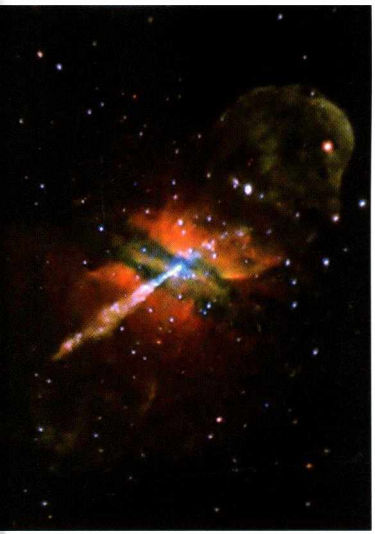
những đỉnh núi cách xa thế giới văn minh, từ Arizona đến quần đảo Hawaii, từ Kavkaz đến Chile, vào những đêm trời quang mây tạnh, tất cả đều hướng lên bầu trời để thu thập thông điệp ánh sáng của vũ trụ. Nhưng những kính thiên văn không ngừng được chế tạo to hơn. Xa xa nơi chân trời là bóng dáng của những gã khổng lồ có đường kính từ 25 đến 30 m, cho phép nhìn thấy xa hơn rất nhiều và ngược đến tỉ năm đầu tiên sau Big Bang.

Thu ánh sáng thôi chưa đủ; còn phải biết lưu giữ nó, ghi lại những hình ảnh để bảo quản và nghiên cứu

Các nhà thiên văn đầu tiên đành vui lòng vẽ lại những gì họ đã quan sát thấy. Nhờ phát minh ra kính ảnh của Nicephore Niepce (người Pháp) vào năm 1826, hình ảnh hàng nghìn ngôi sao đã được lưu lại chỉ trên một tấm kính. Lúc đó, người ta bắt đầu chụp ảnh bầu trời một cách có hệ thống. Khả năng quan sát những thiên thể ít sáng của các kính thiên văn được tăng lên rất nhiều nhờ những phim kính có thể thu lượm ánh sáng trong nhiều giờ trên một diện tích rộng lớn. Đó là công cụ được đặc biệt ưa chuộng ở các đài thiên văn cho đến những năm 1970, khi các detector điện tử (máy dò) thay thế.

Kính thiên văn khổng lồ (VLT - Very Large Telescope) của châu Âu (hình bên dưới) bao gồm bốn kính thiên văn, mỗi chiếc có đường kính 8,2 m, được đặt ở đỉnh núi Paranal, trên dãy Andes thuộc Chile, ở độ cao 2.500 m, giữa sa mạc Acatama, một trong những vùng khô nhất thế giới.





Máy dò điện tử (detector) này nhạy đến mức trong nửa giờ nó tích tụ lượng ánh sáng bằng kính ảnh tích tụ được trong suốt một đêm.

Cũng như những giọt mưa phân tách ánh sáng Mặt Trời thành cầu vồng, kính quang phổ phân tách và phân tích ánh sáng của các thiên thể. Được Fraunhofer (người Đức) phát triển vào đầu thế kỉ XIX, kính quang phổ cho phép ta khám phá thành phần hóa học và chuyển động của những ngôi sao và các thiên hà.

Ánh sáng "không nhìn thấy được"

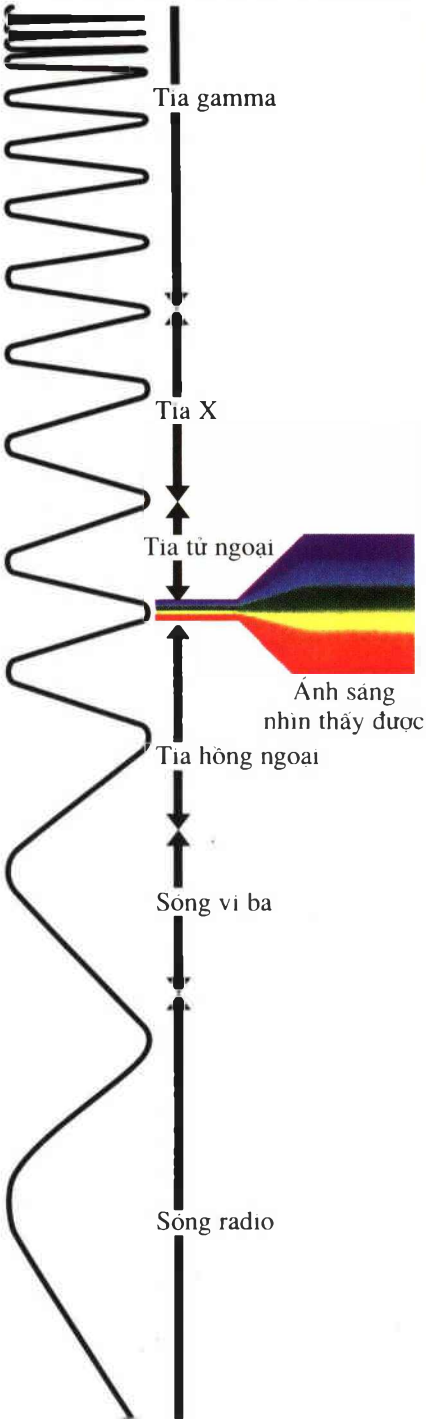
Các kính thiên văn, đã được mô tả ở trên, thu lượm ánh sáng nhìn thấy được, tức là thứ ánh sáng mà mắt của chúng ta có thể cảm nhận được. Nhưng còn tồn tại nhiều loại ánh sáng mà mắt chúng ta hoàn toàn không nhìn được. Ánh sáng giàu năng lượng nhất là tia gamma và tia X. Chúng dễ dàng xuyên qua các mô của cơ thể người, chẳng hạn, chúng ta vẫn dùng tia X để chụp phổi và phát hiện ra bệnh lao.

Thiên hà Centaurus A cách chúng ta 20 triệu năm ánh sáng, theo hướng chòm sao Bán Nhân Mã, ở đây được chụp bằng ánh sáng nhìn thấy, sóng radio và tia X (từ trái sang phải). Thiên hà nhìn thấy được là một thiên hà xinh đẹp hình elip, có một đám bụi khổng lồ nằm vắt ngang, sẫm màu do nó hấp thu ánh sáng thấy được. Hình ảnh radio chỉ ra hai "tia" trải dài xuất phát từ tâm của thiên hà khá kiến và vuông góc với đám bụi. Hình ảnh tia X cho thấy một tâm sáng, với chỉ một tia, đi xuống phía dưới. Các nhà thiên văn cho rằng những tia radio và tia X này đến từ một lỗ đen siêu nặng nằm ở tâm thiên hà nhìn thấy được.

Ánh sáng tử ngoại, không giàu năng lượng bằng, nhưng cũng đủ để gây cháy da và bệnh ung thư trong trường hợp phơi nắng quá lâu. Tiếp theo, theo trật tự giảm dần, là đến ánh sáng nhìn thấy được vốn quen thuộc với chúng ta, rồi đến tia hồng ngoại, sóng vi ba (sử dụng cho lò vi sóng) và sóng vô tuyến là kém năng lượng hơn tất thảy. Chính sóng này đã truyền đi các chương trình từ các đài phát thanh hay truyền hình.

Để tạo điều kiện cho sự phát triển của con người, sự tiến hóa của sinh vật theo học thuyết Darwin đã trang bị cho chúng ta cặp mắt chỉ nhạy cảm với ánh sáng nhìn thấy được, bởi vì Mặt Trời phát ra trong vùng ánh sáng đó phần lớn nhất năng lượng của mình. Nhưng vũ trụ lại sử dụng toàn bộ bảng màu khả dĩ để vẽ nên cảnh quan vũ trụ. Chỉ bó hẹp trong ánh sáng nhìn thấy được mang lại cho chúng ta một cái nhìn rất không đầy đủ và nghèo nàn về vũ trụ. Hãy tưởng tượng, bỗng nhiên mắt chúng ta chỉ còn nhìn thấy một màu duy nhất, ví dụ như màu đỏ chẳng hạn, cái nhìn của chúng ta về thế giới sẽ thật là mạnh mún.

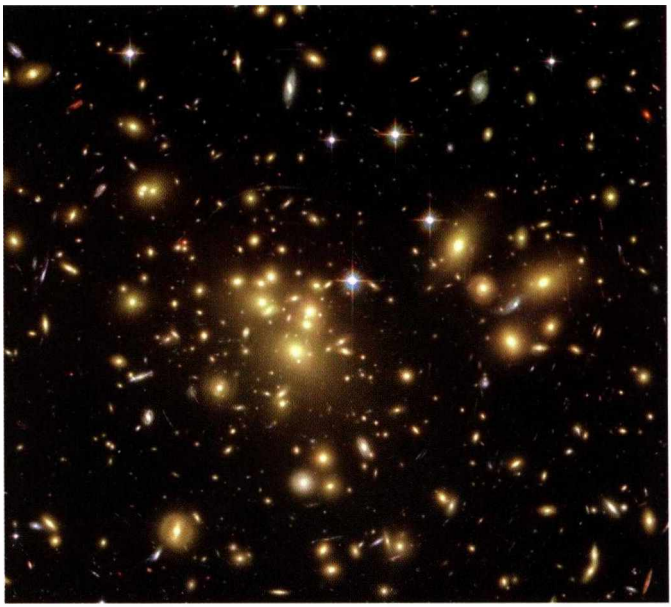
Thiên văn học vô tuyến ra đời vào năm 1950, tiếp theo sự phát triển của rađa trong Chiến tranh thế giới thứ Hai. Sự phát triển của ngành hàng không vũ trụ và chinh phục không gian cho phép các nhà thiên văn "đưa cặp mắt của họ" vào vũ trụ, nhờ những kính thiên văn được đưa ra bên ngoài bầu khí quyển Trái Đất, bằng các khí cầu, tên lửa hoặc vệ tinh. Cuối cùng, vũ trụ đã có thể được nhìn thấy bằng các thứ ánh sáng vốn bị bầu khí quyển Trái Đất chặn lại: tia gamma, tia X, tia tử ngoại hoặc hồng ngoại.

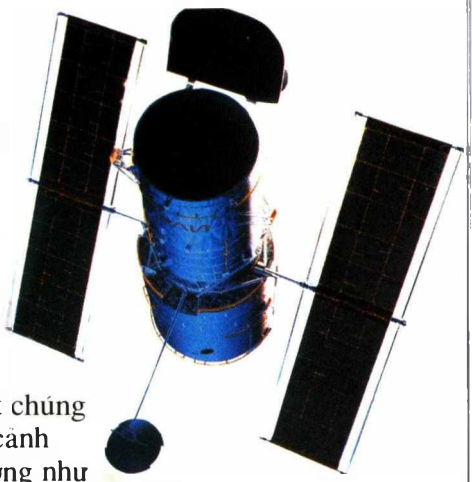


Ngân Hà, thiên hà có đường kính 90.000 năm ánh sáng

Được trang bị kính thiên văn, kính ảnh, kính quang phổ, các hậu duệ của Kepler và Newton bước vào công cuộc khám phá vũ trụ với rất nhiều câu hỏi. Vô số các vì sao của Ngân Hà nằm cách chúng ta bao xa? Liệu dải Ngân Hà có giới hạn, hay là nó trải đến vô tận, choán đầy vũ trụ vô hạn của Newton với các ngôi sao được phân bố một cách đồng đều? Những câu trả lời chẳng hề rõ ràng. Vũ trụ hiện lên trước mắt chúng ta trên vòm trời hai chiều, như một phong cảnh trên tấm toan rộng lớn mà người họa sĩ dường như đã quên hết mọi quy luật về phối cảnh. Bằng mọi giá, cần phải khám phá ra bí mật chiều sâu vũ trụ và tái lập lại phối cảnh.

Các nhà thiên văn mải miết đo những khoảng cách giữa các ngôi sao, và thám hiểm chiều sâu từ cái góc nhỏ xíu của chúng ta trong vũ trụ, họ chỉ ra sự nhỏ nhoi của Hệ Mặt Trời và khoảng trống bao la vô tận của không gian.



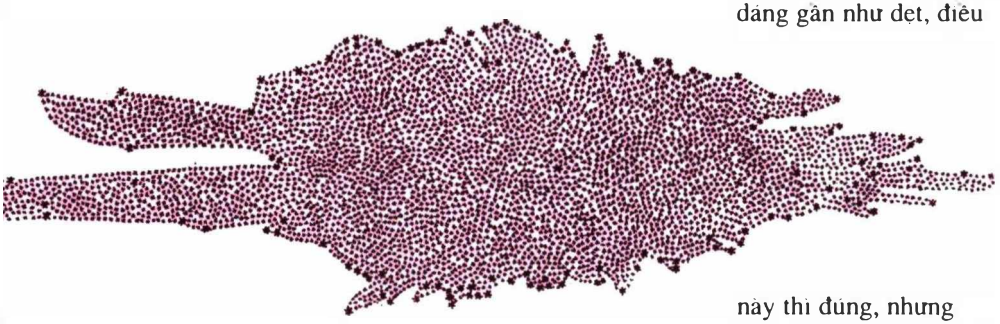


Từ khi được đưa lên quỹ đạo vào năm 1990 và được chữa "tật cận thị" vào năm 1993, kính thiên văn không gian Hubble (hình trên) với đường kính 2,40 m đã tạo nên cuộc cách mạng trong thiên văn học. Nó cung cấp những hình ảnh vừa đẹp, vừa giàu thông tin (hình dưới là đám thiên hà Abell 1689). Bởi vì nó nằm bên trên khí quyển Trái Đất (cứ 90 phút, nó lại đi được một vòng quanh Trái Đất), Hubble có thể thu được nhiều loại ánh sáng, từ hồng ngoại đến tử ngoại. Khả năng quan sát của nó cực kì nhạy: nó có thể nhìn thấy một vật thể to 10 cm ở khoảng cách hơn 20 km hoặc nhận được ánh sáng do một con đom đóm phát ra ở khoảng cách hơn 16.000 km.

Mặt Trời cách chúng ta 8 phút ánh sáng - nghĩa là ánh sáng của nó phải mất 8 phút mới đến được chúng ta. Kích thước của Hệ Mặt Trời được đo bằng giờ ánh sáng - Diêm Vương Tinh, hành tinh lùn của Hệ Mặt Trời cách Trái Đất 5,2 giờ ánh sáng - trong khi khoảng cách giữa các ngôi sao được tính bằng năm ánh sáng. Ngôi sao gần Mặt Trời nhất cách nó không ít hơn 4 năm ánh sáng. Nghĩa là bầu trời cực kì trống rỗng.

Khi đo sâu hơn vào không gian, cuối cùng người ta cũng tới được biên của Ngân Hà. Ngân Hà không trải rộng ra vô tận như Newton từng

Trong những năm 1780, nhà thiên văn học người Anh William Herschel là người đầu tiên thử xác định hình dạng của Ngân Hà, bằng cách đếm những ngôi sao ở những hướng khác nhau trên bầu trời. Ông đã lập luận thế này: càng nhiều sao mọc lên ở các hướng trên trời, Ngân Hà càng rộng ra theo hướng đó. Ông nhận thấy một hình dáng gần như dẹt, điều



này thì đúng, nhưng không đều đặn ở rìa với Mặt Trời ở trung tâm, điều này thì sai.

nghĩ: đó là một đĩa có đường kính 90.000 năm ánh sáng, chứa vài trăm tỉ ngôi sao, liên kết với nhau nhờ lực hấp dẫn. Do chúng ta nhìn từ bên trong mặt phẳng của đĩa Ngân Hà, và ánh sáng của vô số những ngôi sao đến được với chúng ta, nên cảnh tượng cái vòng cung trắng như sữa này mới hiện ra trước mắt.

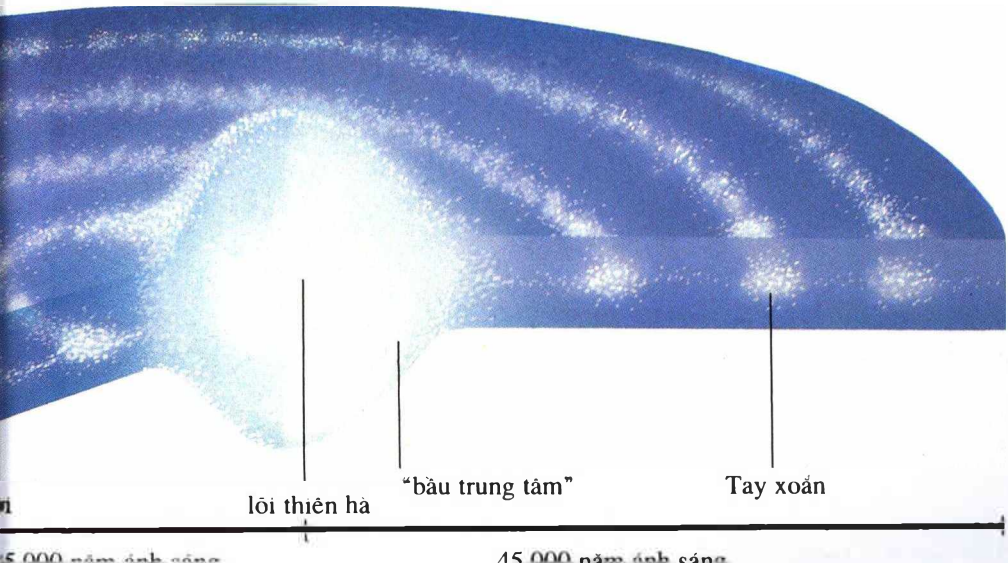
Kích thước của Hệ Mặt Trời chỉ bằng một phần tỉ kích thước của Ngân Hà. Chúng ta cần có nỗ lực phi thường để đo độ rộng của Ngân Hà từ một xó xỉnh rất nhỏ là Trái Đất, bởi việc đó cũng giống như kì tích của một con amip đi đo độ rộng của Thái Bình Dương. Những ngôi sao trong đĩa Ngân Hà không còn là bất động như Aristotle từng quan niệm. Tất cả đều quay xung quanh tâm Ngân Hà.

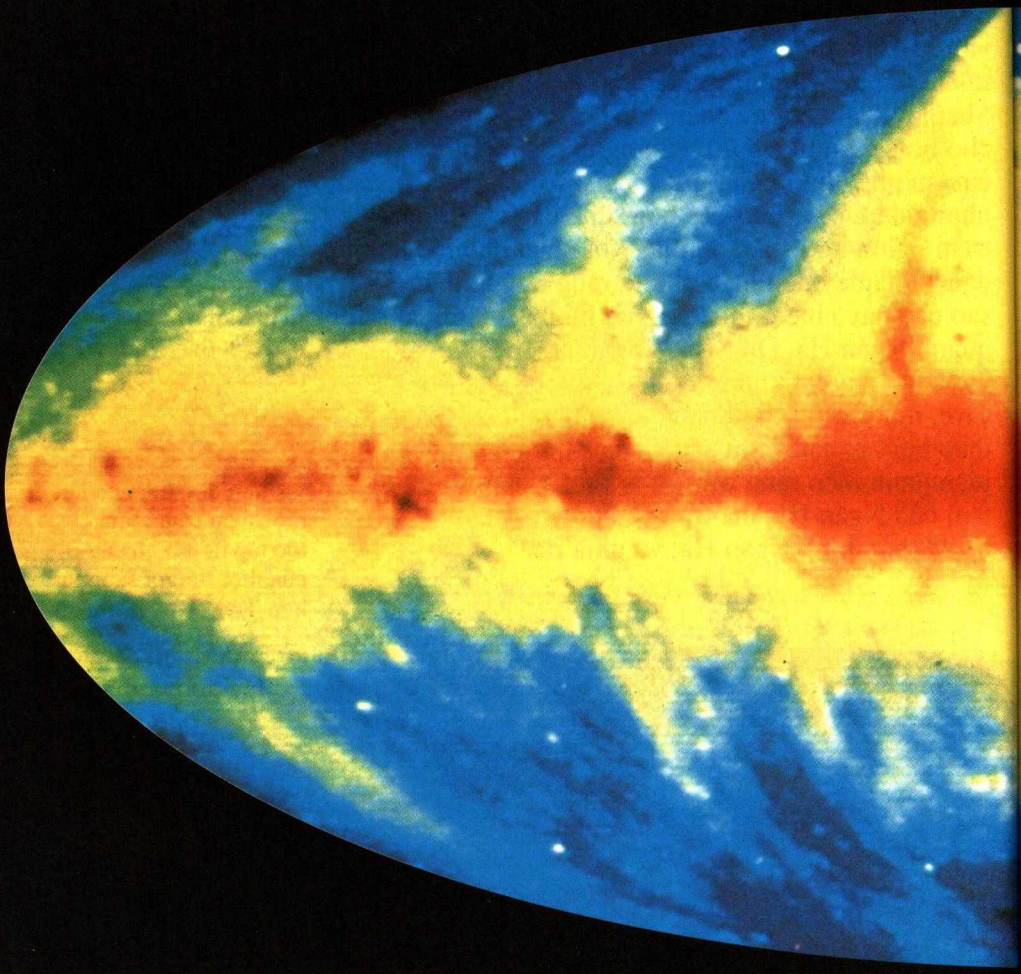
Hệ Mặt Trời bị lưu đày ở ngoại ô xa xôi

Hệ Mặt Trời mất hút trong hàng trăm tỉ ngôi sao quần cư trong dải Ngân Hà. Con người tự an ủi khi nghĩ rằng dù sao ngôi sao của họ vẫn là trung tâm của thiên hà. Nhà thiên văn học người Mĩ Harlow Shapley thậm chí đã chẳng để lại cho họ cái ảo tưởng đó. Khi nghiên cứu sự phân bố không gian của những đám sao cầu - tập hợp hình cầu của một trăm nghìn ngôi sao, liên kết với nhau nhờ lực hấp dẫn - Shapley đã khám phá ra rằng những đám sao cầu này chiếm một thể tích hình cầu xung quanh Ngân Hà. Điều đáng ngạc nhiên là tâm của khối cầu này lại không trùng với vị trí của Mặt Trời, mà nằm cách khoảng 25.000 năm ánh sáng, theo hướng của chòm sao Cung Thủ. Ông đã kết luận đanh thép rằng Mặt Trời không phải là trung tâm của Ngân Hà, mà ở vùng ngoại ô xa xôi, ở vị trí 2/3 bán kính Ngân Hà, về phía rìa.

Mật độ sao ở tâm một đám sao cầu cao đến mức nếu có một người dân sống tại đây, anh ta sẽ nhìn thấy mười nghìn mặt trời thay vì một mặt trời duy nhất trên bầu trời.

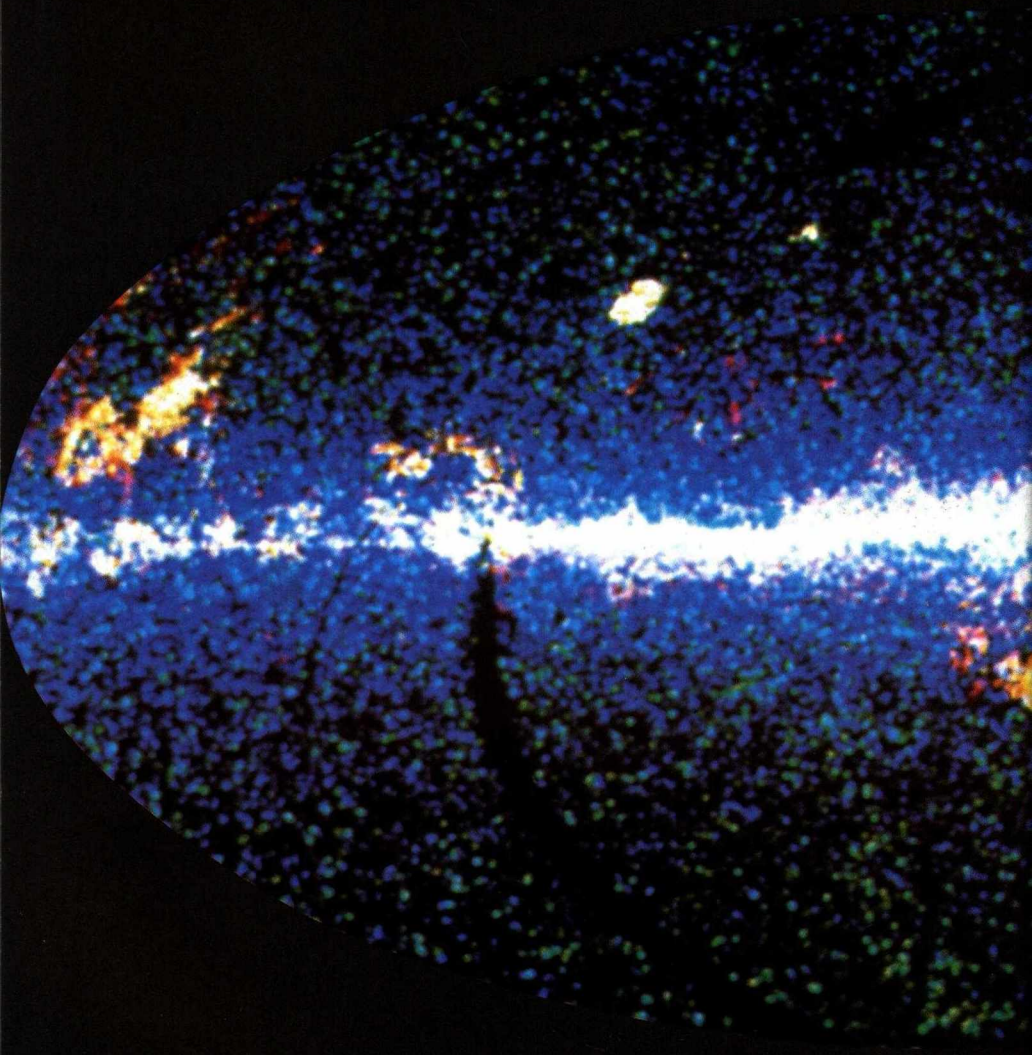
Ở tâm đĩa thiên hà là một "bầu trung tâm", tức tập hợp hình cầu của một tỉ ngôi sao già hơn Trái Đất vài tỉ năm.





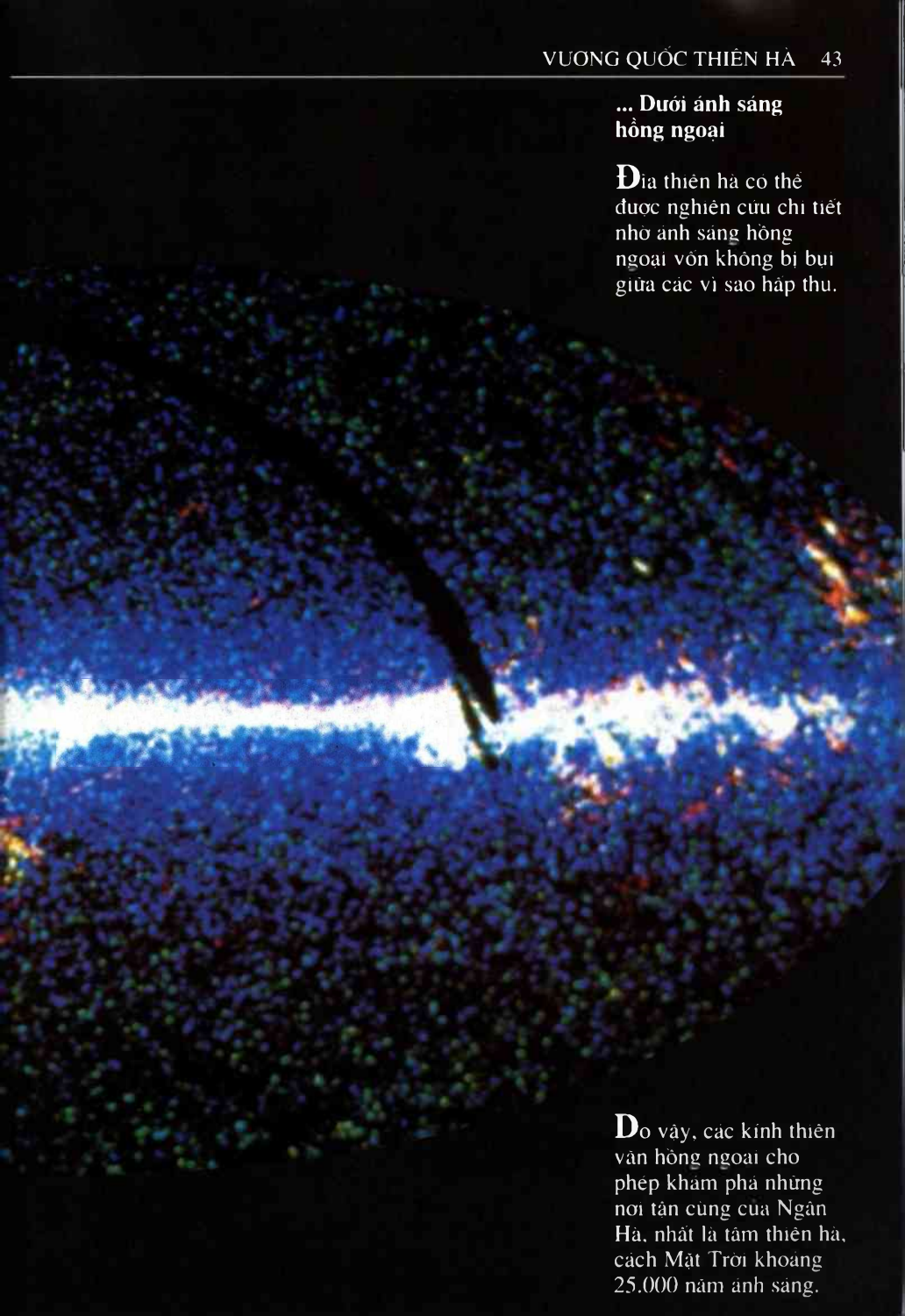
Ngân Hà trong mọi trạng thái của nó: dưới ánh sáng radio

Ảnh chụp Ngân Hà bằng sóng radio đêximét (tần số 409 MHz) cho thấy đĩa dẹt (những vùng màu cam), nhưng cũng có những cung duyên dáng (vùng màu vàng) nhô lên trên đĩa về phía quầng. Bức xạ radio được phát ra nhờ những electron năng lượng cao, phóng hết tốc lực ngang qua Ngân Hà bởi cơn hấp hối bùng nổ của những ngôi sao năng (siêu sao mới), khi tương tác với từ trường của Ngân Hà.

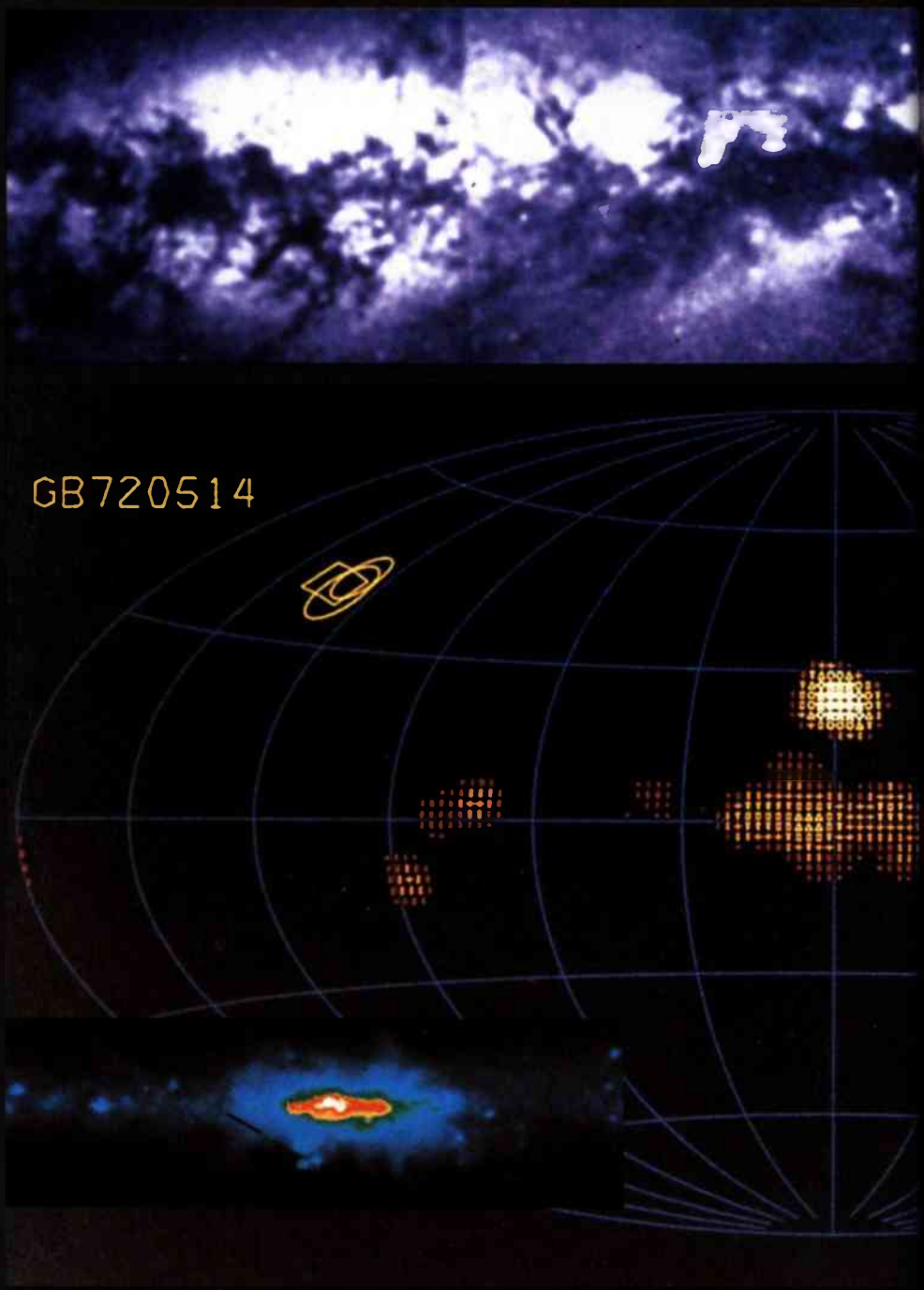


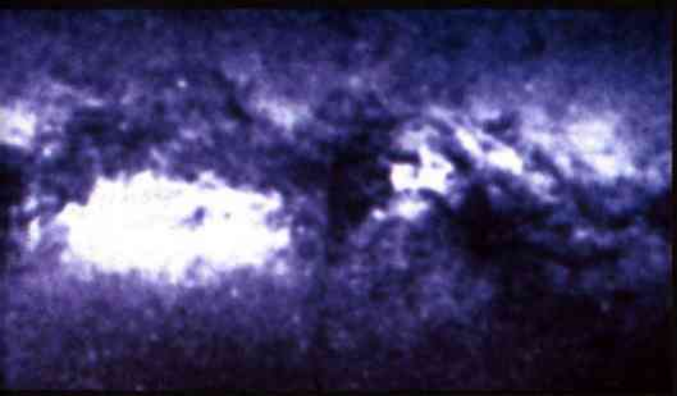
... Dưới ánh sáng hồng ngoại

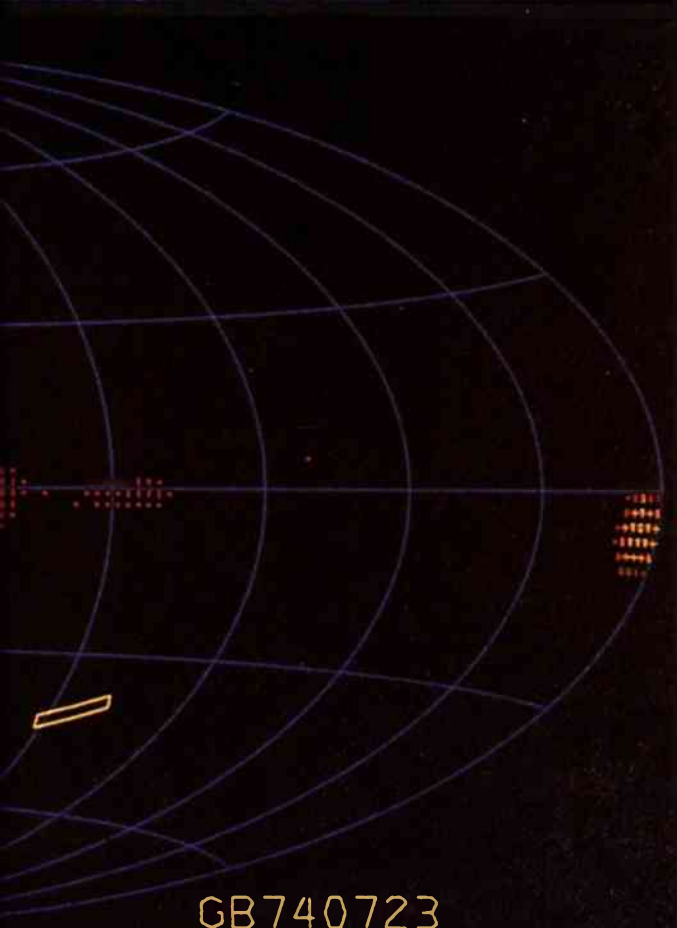
Địa thiên hà có thể được nghiên cứu chi tiết nhờ ánh sáng hồng ngoại vốn không bị bụi giữa các vì sao hấp thu.



Do vậy, các kính thiên văn hồng ngoại cho phép khám phá những nơi tận cùng của Ngân Hà, nhất là tâm thiên hà, cách Mặt Trời khoảng 25.000 năm ánh sáng.


GB720514

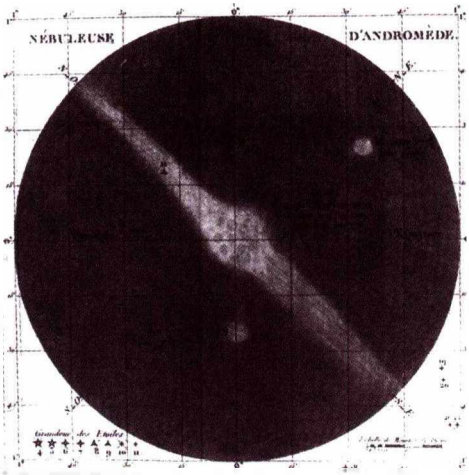




GB740723

... Dưới ánh sáng nhìn thấy được và tia X

Dưới ánh sáng nhìn thấy được (hình bên trên), đĩa các sao (vùng sáng) bị những vùng tối bôi nhem. Đó là do bụi giữa các vì sao hấp thu ánh sáng của những ngôi sao ở đằng sau. Và chính các bụi này đã đánh lừa William Herschel về hình dạng của Ngân Hà. Do không biết về sự tồn tại của bụi giữa các vì sao, ông nghĩ rằng, qua kính thiên văn của mình, ông đã nhìn tới tận rìa của Ngân Hà, trong khi không phải như vậy. Hình ở giữa là dải Ngân Hà nhìn bằng ánh sáng X. Ánh sáng này phát ra khi vật chất được làm nóng đến hàng triệu độ, thậm chí hơn. Bản đồ tia X chỉ ra những điểm đã hoặc đang có những sự kiện dữ dội xảy ra trong dải Ngân Hà. Tâm thiên hà cũng đã được nghiên cứu với ánh sáng hồng ngoại qua vệ tinh IRAS (hình nhỏ phía dưới, trang bên trái). Mật độ sao ở đây dày đến nỗi tổng lượng ánh sáng của chúng sáng hơn hai trăm lần so với Mặt Trăng đêm rằm. Các nhà thiên văn nghĩ rằng, ở đó, có một lỗ đen có khối lượng lớn gấp 3,7 triệu lần khối lượng Mặt Trời.



Một thiên hà rất nhỏ

Một vấn đề cơ bản vẫn còn chưa có câu trả lời. Nếu Ngân Hà có giới hạn, thì vũ trụ có kết thúc ở những giới hạn đó không, hay nó còn trải rộng xa hơn? Liệu ở đó có tồn tại những hệ thống khác tương tự ở bên ngoài giới hạn của thiên hà? Năm 1775, triết học gia người Đức Immanuel Kant đã đưa ra một giả thuyết về sự tồn tại của các thế giới khác. Những "đảo-vũ trụ" này có thể là những vết tinh vân mà nhà thiên văn học người Anh William Herschel vừa mới khám phá ra. Nhưng người khác lại nghĩ rằng vũ trụ chỉ nằm trọn bên trong dải Ngân Hà, rằng những vết tinh vân hẳn là cũng được chứa trong đó. Sau Trái Đất và Mặt Trời, thời bấy giờ, chúng ta mong muốn dải Ngân Hà ngự trị ở trung tâm vũ trụ.

Cuộc tranh luận diễn ra kịch liệt, khi mà vào năm 1923, nhà thiên văn học người Mĩ Edwind Hubble, nguyên là luật sư bỏ nghề để đi theo tiếng gọi của các vì sao, cuối cùng đã đo được khoảng cách của vết tinh vân lớn trong chòm

sao Tiên Nữ nhờ những kính thiên văn mới được xây lắp trên đỉnh Wilson. Nó nằm cách chúng ta 2,3 triệu năm ánh sáng, tức là ở bên ngoài dải Ngân Hà. Ánh sáng của nó bắt đầu cuộc hành trình giữa các thiên hà khi những người đầu tiên xuất hiện trên Trái Đất. Tinh vân Tiên Nữ trở thành chị em sinh đôi với Ngân Hà của chúng ta. Vũ trụ hoá ra là nơi quần cư của vô số các thiên hà: các đảo-vũ trụ của Immanuel Kant trở thành hiện thực. Vũ trụ càng ngày càng mở rộng và thiên hà của chúng ta mất hút trong sự mênh mông của vũ trụ cũng như Hệ Mặt Trời mất hút trong sự mênh mông của dải Ngân Hà. Ngày nay, thiên hà của chúng ta chỉ còn là một thiên hà nào đó trong hàng trăm tỉ thiên hà.

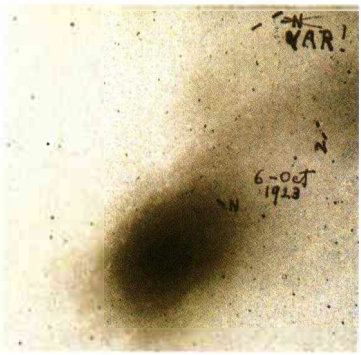
Đa dạng các thiên hà: hình elip, xoắn ốc và không định hình

Các thiên hà không hoàn toàn giống nhau.

Ba trên mười thiên hà hiện diện dưới dạng những vết tinh vân hình elip, do đó, chúng mang tên thiên hà elip.

Sáu trên mười thiên hà, bao gồm cả thiên hà của chúng ta và thiên hà Tiên Nữ chị em của nó, có dạng đĩa dẹt, được trang trí bằng những tay xoắn xinh xắn. Chúng là các thiên hà xoắn ốc.

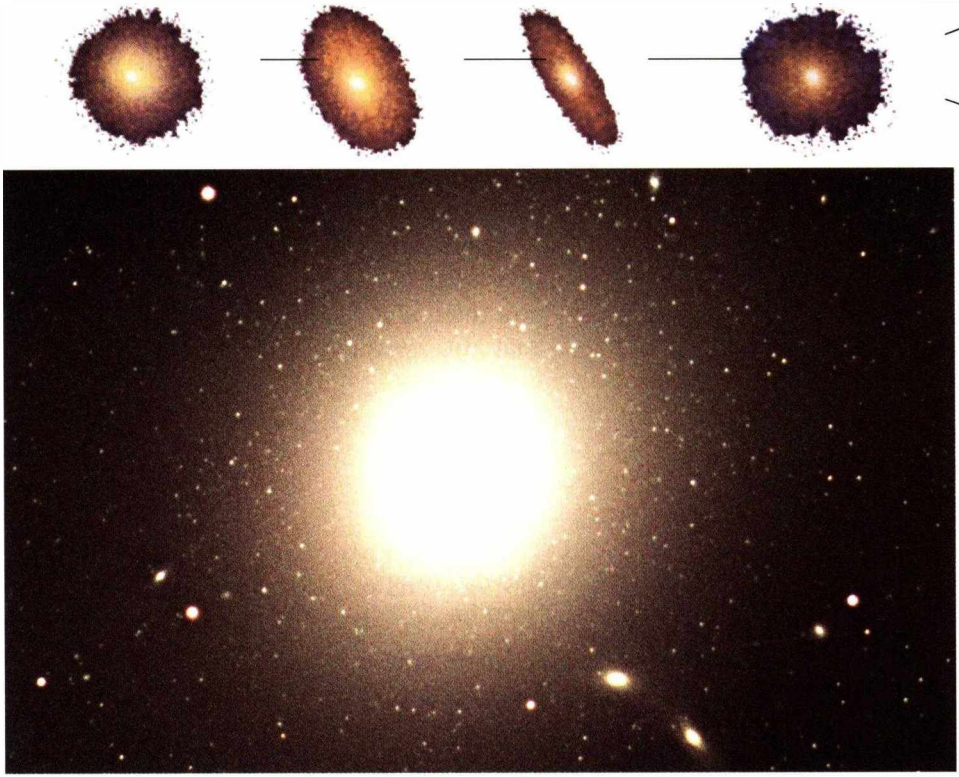
Charles Messier, người quan sát bầu trời với hi vọng khám phá ra những sao chổi, đã vẽ hình tinh vân Tiên Nữ này (sát lề trái trang bên) trong cuốn sách nổi tiếng của ông Catalogue des nébuleuse *(Catalo các tinh vân, 1771)* mà không hề nghi ngờ gì về bản chất thực sự của nó. Trong tác phẩm *Une nouvelle theorie de l'univers (Một lí thuyết mới về vũ trụ)*, Thomas



Wright (người Anh) giả định rằng những vết tinh vân trên bầu trời là thuộc Ngân Hà khác, dạng hình cầu (minh họa giữa). Edwin Hubble đặt cơ sở khoa học cho trực cảm này. Năm 1923, ông khám phá ra một ngôi sao biến quang, gọi là sao xêphêit, trong tinh vân Tiên Nữ (ảnh trên) đóng vai trò là ngọn đèn pha vũ trụ giúp ông xác định khoảng cách từ Trái Đất đến tinh vân này.

Còn lại là những thiên hà không có hình dạng đặc thù. Người ta gọi chúng là những thiên hà không định hình. Một phần mười số thiên hà thuộc dạng này. Tại sao lại có những khác biệt đó? Người ta nghĩ rằng phần lớn các thiên hà được sinh ra trong cùng một thời điểm, hai hoặc ba tỉ

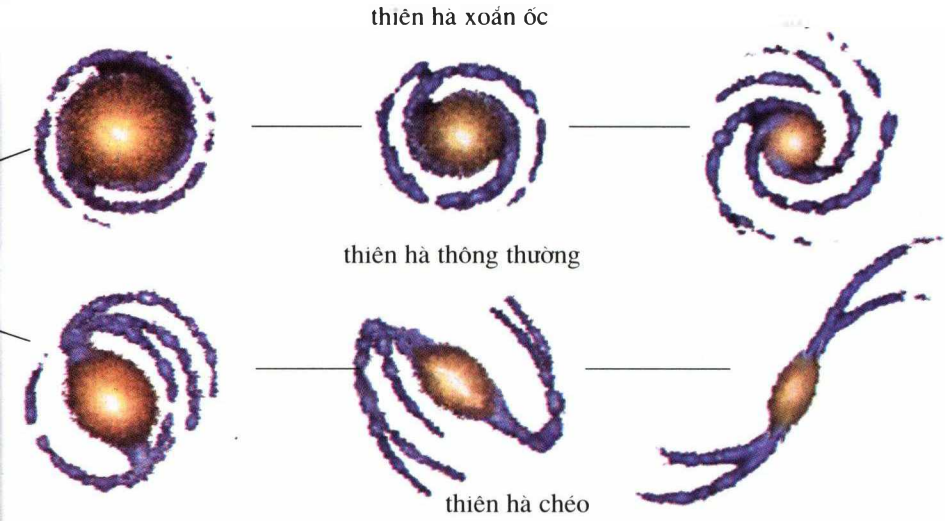
Các thiên hà elip có thể có dạng hình cầu (như thiên hà M87 dưới đây) hoặc khá dẹt. Người ta thấy chúng nhiều nhất trong lõi các đám thiên hà.



năm sau khi sinh thành vũ trụ. Phôi thiên hà là những đám mây khí hydro và heli - những nguyên tố hóa học được sinh ra trong ba phút đầu tiên của vũ trụ - bị co sập lại dưới tác dụng của lực hấp dẫn riêng của chúng và được phân mảnh thành hàng trăm tỉ khối cầu khí. Sự co sập này nén và nung nóng vật chất ở mỗi khối cầu khí lên đến hàng chục triệu độ, khởi phát quá trình phản ứng tổng hợp hạt nhân hydro thành heli và giải phóng năng lượng.

Những khối cầu khí phát sáng và trở thành các

Ở trên, sơ đồ của Hubble dưới dạng âm thoa: trên cần là những thiên hà elip; trên hai nhánh là những thiên hà xoắn ốc. Ở ngã ba, điểm phân nhánh, một thiên hà gọi là "thấu kính" vừa mang hình dạng của những thiên hà elip (một quầng hình elip), vừa của thiên hà xoắn ốc (hình đĩa).

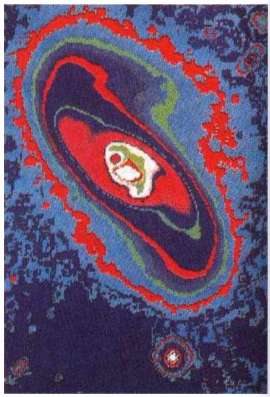


ngôi sao. Số phận chung cuộc của các phôi thiên hà phụ thuộc vào hiệu quả của chúng đối với việc chuyển hóa chất khí thành những ngôi sao.

Một số phôi thiên hà hoạt động hiệu quả đến nỗi trong vòng 1 tỉ năm gần như toàn bộ chất khí đều chuyển hóa thành những ngôi sao. Chính chúng đã cho ra đời những thiên hà elip. Những thiên hà này, do thiếu chất khí để sinh ra những ngôi sao mới, nên chỉ gồm những ngôi sao già gần bằng tuổi vũ trụ.

Thiên hà "Mũ rộng vành"(hình trên, được chụp bằng kính Hubble), sở dĩ có tên như vậy là do nó có quầng hình elip gồm các ngôi sao và dải bụi trong đĩa, khiến cho nó có hình dạng của một chiếc mũ rộng vành của người Mexico. Đây là một trong những thiên hà nặng nhất trong đám sao Trinh Nữ nằm cách Trái Đất 28 triệu năm ánh sáng.

Detector điện tử chuyển đổi hình ảnh các tinh tú thành những con số. Nhờ những máy tính mạnh, các nhà thiên văn có thể xử lí hình ảnh đã được số hoá, loại bỏ tất cả những tạp ảnh, cho ra đời những hình ảnh với màu sắc tự nhiên, như là hình ảnh thiên hà xoắn ốc NGC 2997 (bên trái) mà chúng ta thấy rõ bầu và những tay xoắn.



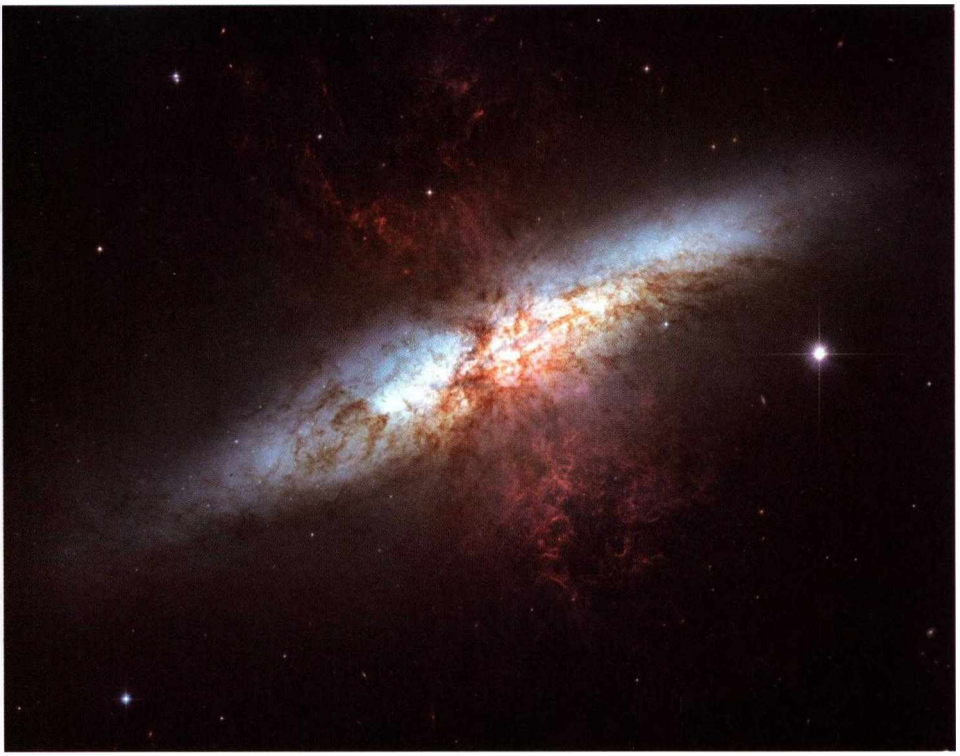
Thiên hà xoắn ốc NGC 89 (hình trên) được nhìn bằng màu giả. Nhờ cách xử lí thông tin, nhà thiên văn học có thể tùy ý thay đổi màu sắc và độ sáng của hình ảnh số để làm nổi bật chi tiết này hay khác hoặc nghiên cứu phần nào đó của thiên hà.

Những phôi thiên hà khác, hoạt động kém hiệu quả hơn, chỉ chuyển hóa được chín phần mười khối lượng khí thành các ngôi sao. Lượng khí còn lại bị dẹt lại thành một đĩa mỏng, nơi sự chuyển hóa khí thành các ngôi sao trẻ được tiếp tục với một nhịp độ chậm rãi hơn, và điều thú vị là, những tay dài hình xoắn ốc của chúng nhanh chóng được vẽ nên. Nhiều vườn ươm sao xuất hiện tại đĩa, tạo nên một vẻ trẻ trung cho các thiên hà xoắn ốc.

Cuối cùng, những phôi thiên hà khác, thực sự lười biếng, không bị nén chặt để chuyển hóa chất khí thành những ngôi sao. Sau 13,7 tỉ năm tiến hóa của vũ trụ, chúng vẫn còn hơn một phần năm khối lượng dưới dạng khí. Chính chúng tạo nên những thiên hà không định hình, nhẹ hơn cả nghìn lần so với các thiên hà xoắn ốc, nhưng ngày nay chúng cực kì mau mắn cho ra đời những ngôi sao mới.

Tai nạn giao thông trong vũ trụ

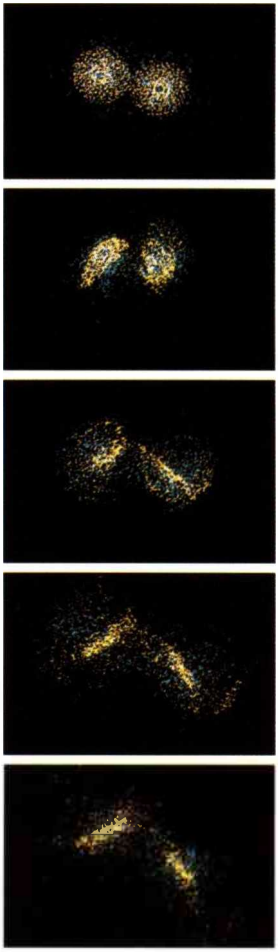
Các thiên hà là sự hòa trộn giữa bẩm sinh và kinh nghiệm. Bẩm sinh, đó là những tính chất mang tính



"di truyền" được truyền cho từ khi chúng sinh ra (như hình dạng hoặc khối lượng); kinh nghiệm, đó là những đặc điểm được sinh ra từ sự tương tác của chúng với môi trường. Thực ra, các thiên hà không sống đơn độc. Lực hấp dẫn gom chúng thành các cụm - một tập hợp gồm vài chục thiên hà - hoặc thành đám - vài nghìn thiên hà. Tại tâm các đám, nơi mật độ thiên hà rất cao, những đặc điểm "di truyền" của thiên hà có thể bị biến đổi một cách căn bản do những va chạm của các thiên hà. Giao thông giữa các thiên hà bị tắc nghẽn đến nỗi những "tai nạn" vũ trụ thường xuyên xảy ra.

Trong phần lớn trường hợp, những va chạm không xảy ra trực tiếp. Tổn thất chỉ là bị mất đi những ngôi sao thuộc phần bên ngoài của các thiên hà trong vụ va chạm, do lực hấp dẫn dữ dội bứt ra. Thế là một biển sao được tạo ra giữa các thiên hà, ở đó, những thiên hà trong đám tha hồ vùng vẫy.

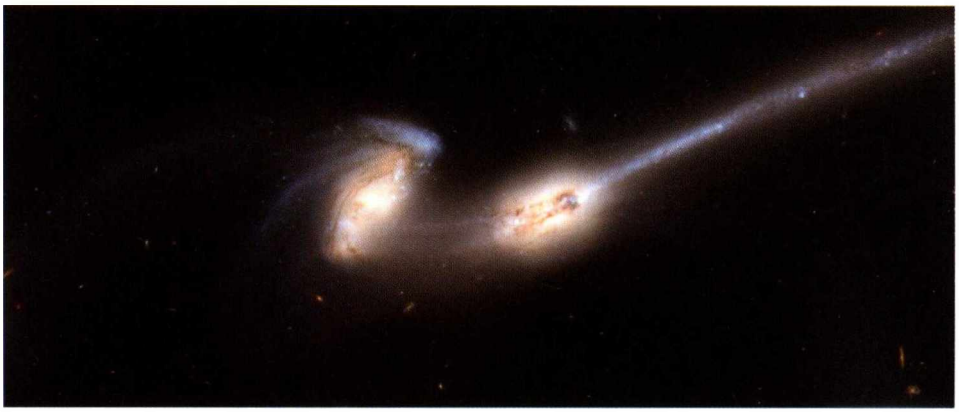
Thiên hà không định hình M82 (hình trên, được chụp bằng kính Hubble) nằm cách Trái Đất 12 triệu năm ánh sáng. Nó là một đĩa sao trẻ màu xanh và những dải khí hydro màu đỏ tỏa ra khỏi vùng trung tâm. Trong vùng này, nhiều ngôi sao trẻ và nặng sinh ra và tồn tại vài triệu năm trước khi chết trong một cơn hấp hối bùng nổ thành sao siêu mới. Nhiều vụ nổ như thế của các ngôi sao phun khí hydro nóng và đỏ ra ngoài đĩa, tạo thành "gió thiên hà".

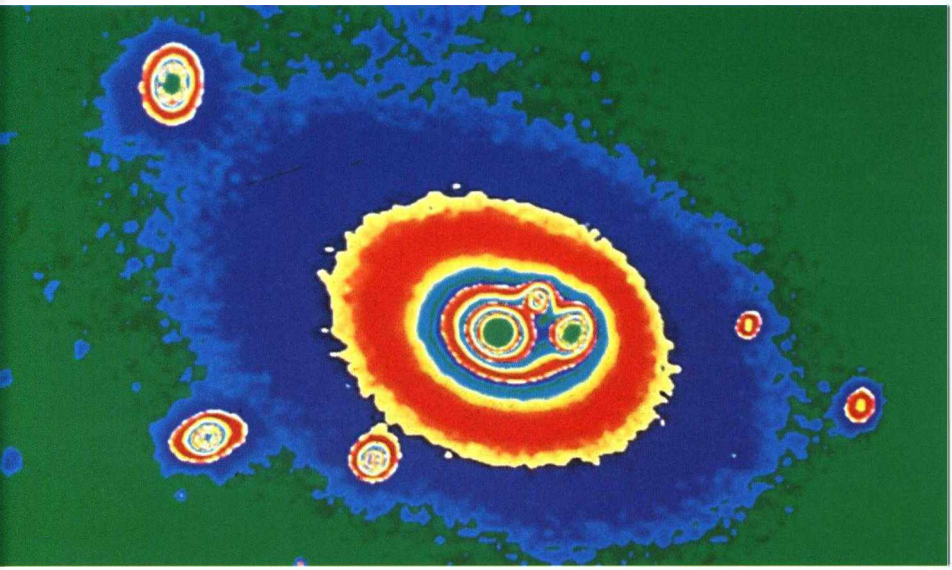


Những hậu quả sẽ kịch tính hơn nếu vụ va chạm diễn ra trực diện. Nếu đó là va chạm của hai thiên hà xoắn ốc, những đĩa khí của chúng sẽ bị phóng ra không gian do sự dữ dội của cú va chạm. Hai thiên hà khi đó sẽ hợp nhất thành một thiên hà nặng và sáng hơn, và do không có vật chất thể khí, nó sẽ lột xác thành thiên hà elip. Một số phận như vậy đang chờ đợi Ngân Hà: thiên hà Tiên Nữ sẽ va chạm với Ngân Hà khoảng 3,7 tỉ năm nữa. Hệ Mặt Trời sẽ không bị tổn thương lắm bởi ít có khả năng xảy ra va chạm trực tiếp giữa Mặt Trời với một ngôi sao thuộc thiên hà Tiên Nữ.

Mặt khác, "nạn ăn thịt đồng loại" tàn bạo vẫn hoành hành trong thế giới thiên hà. Những thiên hà lớn nhất và nặng nhất tác động lực hấp dẫn lên các thiên hà lân cận nhỏ hơn và nhẹ hơn, làm hàm

Để nghiên cứu những va chạm và thói ăn thịt lẫn nhau của các thiên hà, nhà vật lí thiên văn dùng máy tính để mô phỏng. Ông dựng nên hai thiên hà, rồi thả cho các thiên hà này tới va chạm với nhau, sau đó yêu cầu máy tính thông báo kết quả tính toán, chẳng hạn, cứ hai trăm triệu năm thì sẽ như thế nào. Loạt năm hình ảnh (bên cạnh) cho thấy sự va chạm của hai thiên hà trong một tỉ năm: các thiên hà thâm nhập vào nhau do có nhiều không gian giữa các ngôi sao (trung bình là ba năm ánh sáng). Lực hấp dẫn bứt các ngôi sao ra ngoài các thiên hà tạo nên những chiếc đuôi dài, giống như đuôi của thiên hà mang tên "Con Chuột" (bên dưới). Ở đây ta nhìn thấy rõ lối của hai thiên hà sắp va chạm với nhau.





Hình trên là một thiên hà elip phàm ăn trong đám thiên hà Abell 2199. Việc xử lí hình ảnh qua máy tính hiển lộ những chi tiết của cái bụng thiên hà: vùng sáng tròn là những gì còn lại của các thiên hà mà thiên hà háu ăn đã không tiêu hóa hết.

chuyển động của chúng. Những thiên hà này, rơi dần theo đường xoắn ốc về phía những thiên hà lớn nhất, và cuối cùng bị nó "xé xác". Còn những kẻ phàm ăn thì càng ngày càng to ra, rồi nuốt chửng những bạn đồng hành nhỏ bé hơn.

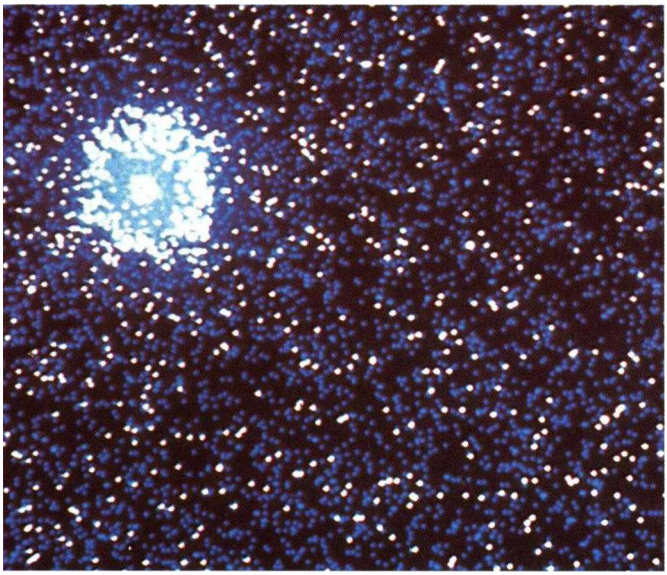
Sự chói sáng phi thường của *quasar*

"Không gian vô hạn trong sự câm lặng vĩnh hằng", từng khiến cho Pascal hoảng sợ, thực ra đã bị âm thanh và cuồng nộ xâm chiếm. Những kính thiên văn, nhạy với tất cả các gam ánh sáng gửi tới chúng ta từ vũ trụ, đã tiết lộ những sự kiện bạo liệt lạ lùng ở tâm của một số thiên hà. Nhưng hiện tượng cực đoan nhất có lẽ là của *quasar*. Nguồn gốc cái tên "quasar" là do hai từ tiếng Anh "quasi-star", "chuẩn sao" ghép lại. *Quasar* giống sao đến mức người ta đã nhầm nó với một ngôi sao trong Ngân Hà. Nhưng khi các nhà thiên văn đo khoảng cách tới một trong những *quasar*, họ thực sự bàng hoàng bởi nó nằm ở tận biên vũ trụ, cách xa những 13 tỉ năm ánh sáng.

Nhưng làm thế nào một *quasar* có thể ở tận đâu kia của vũ trụ mà vẫn có độ sáng biểu kiến của một ngôi sao? Chỉ có một câu trả lời khả dĩ: độ sáng nội tại của nó là phi thường. Thực ra, những quan sát chỉ ra rằng độ sáng của một quasar có thể sánh với độ sáng của một thiên hà, ngang ngửa với một trăm tỉ Mặt Trời tập hợp lại. Điều ngạc nhiên hơn nữa, một năng lượng khủng khiếp như thế mà lại đến từ một vùng chỉ lớn hơn Hệ Mặt Trời một chút.

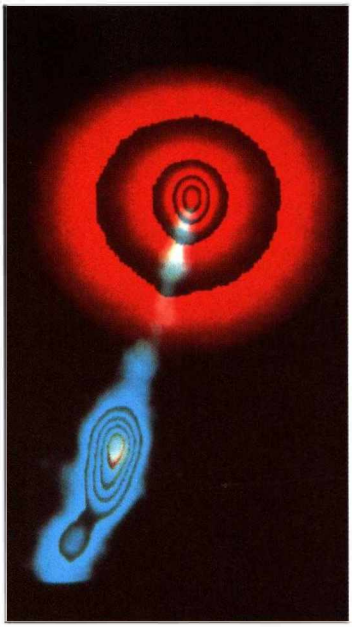
Cái bụng của lỗ đen

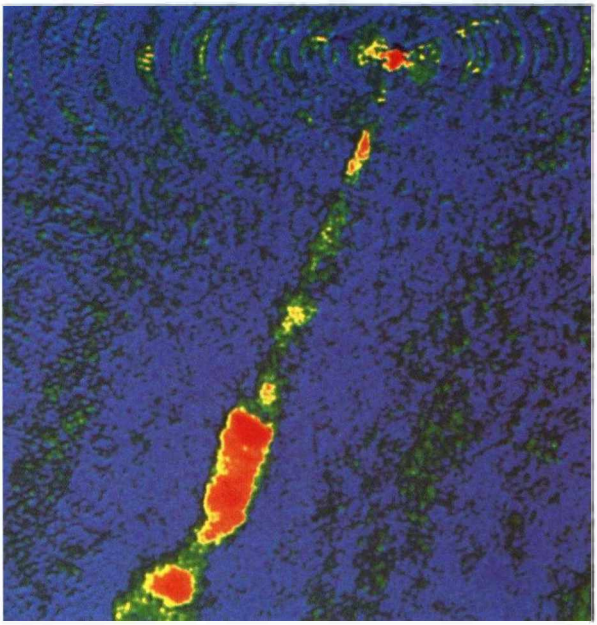
Làm thế nào mà một năng lượng lớn đến thế lại có thể được sinh ra từ một thể tích bé đến thế? Chẳng ai biết chắc chắn tại sao, nhưng nhiều nhà vật lí thiên văn nghĩ rằng *quasar* được sinh ra trong những thiên hà có chứa chấp một con quỷ ở lỏi. Con quỷ đó là một lỗ đen phàm ăn siêu nặng có khối



lượng của một tỉ Mặt Trời, đã ngấu nghiến tất cả những ngôi sao ở gần của thiên hà chủ. Lỗ đen là một vùng không gian, mà ở đó lực hấp dẫn lớn đến mức ngay cả ánh sáng, dù di chuyển với tốc độ nhanh nhất có thể trong vũ trụ, cũng không thể thoát ra được. Cái lỗ đó, không thể phát sáng, nên có màu đen. Lực hấp dẫn của lỗ đen kéo giãn các ngôi sao ban đầu hình cầu thành hình sợi mì ống và xé nát chúng. Khí của các ngôi sao bị xé toạc rơi hết tốc lực vào cái vực thẳm đang há hốc của lỗ đen. Thứ vật chất tuẫn tiết này sẽ bị nóng lên và phát ra toàn bộ năng lượng của nó trước khi vượt qua điểm không thể quay lui của lỗ đen, nơi mà sự phát xạ của nó không còn nhìn thấy nữa. Về một phương diện nào đó, ánh sáng của các *quasar* có thể gọi là tiếng hát của con thiên nga, của vật chất bị xé nát và biến mất vĩnh viễn.

Q*uasar* là thiên thể xa nhất và giàu năng lượng nhất của vũ trụ (hình dưới là *quasar* 3C273 dưới ánh sáng X. Năng lượng phi thường của nó đến từ các lỗ đen siêu năng, ngấu nghiến những ngôi sao và khí của các thiên hà lân cận. Nó cũng phát ra một lượng khổng lồ ánh sáng radio, tử ngoại, nhìn thấy được, hồng ngoại và gamma. *Quasar* có vẻ bề ngoài của một ngôi sao, vì độ sáng của nó tương đương với độ sáng mà một ngôi sao phát ra được nhìn thấy từ thiên hà lân cận. Trong thiên văn học, nhìn xa chính là nhìn sớm. Các quasar cho chúng ta thấy vũ trụ trong thuở ban đầu trẻ trung của nó. Sự hiện diện của chúng nói với chúng ta rằng các thiên hà đã làm cho chúng xuất hiện ngay từ hai tỉ năm sau vụ nổ nguyên thủy. Phần lớn các quasar đã tắt, có thể vì thiếu năng lượng từ các ngôi sao và khí để nuôi cái lỗ đen phàm ăn trong lòng chúng.



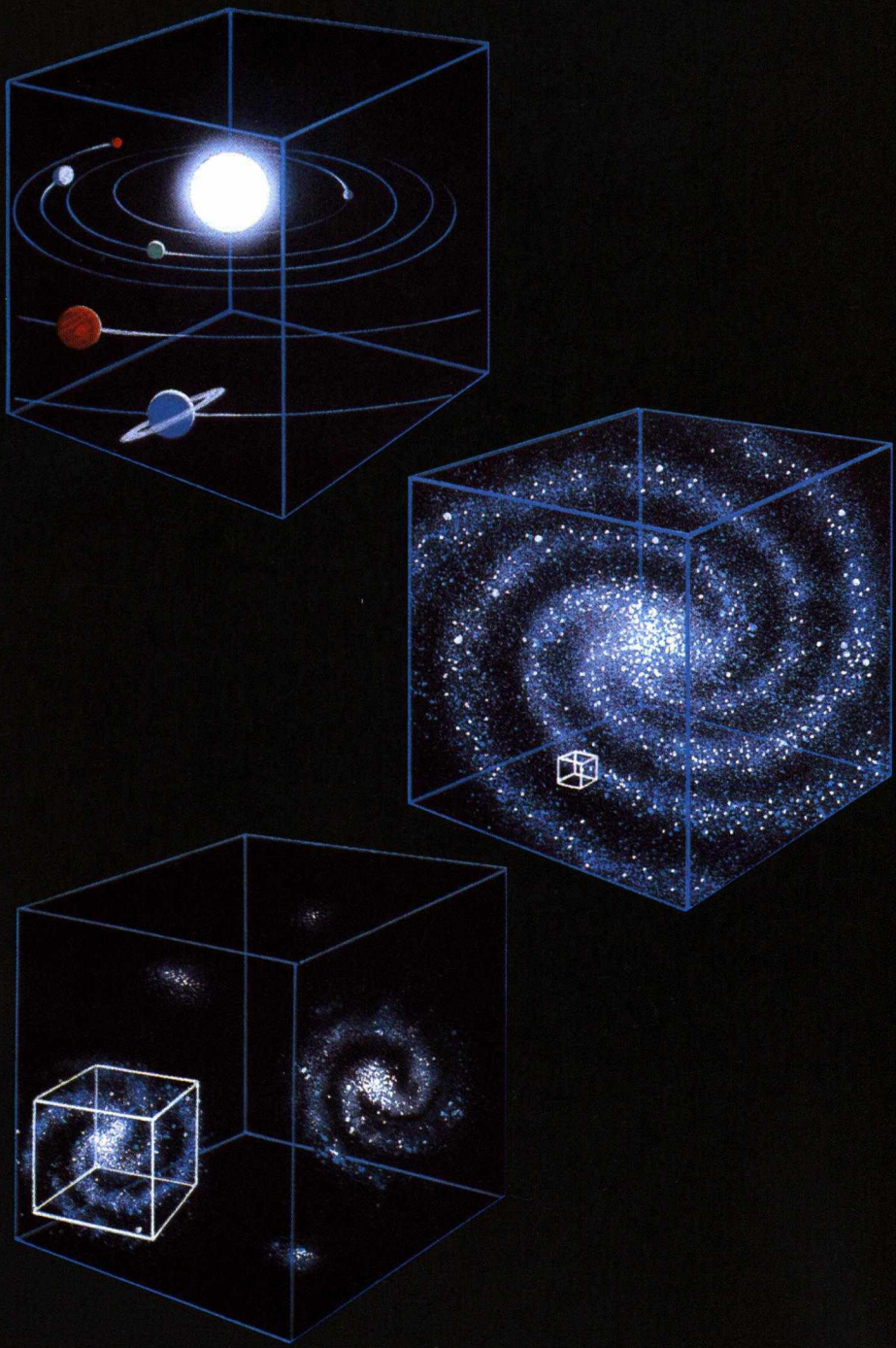


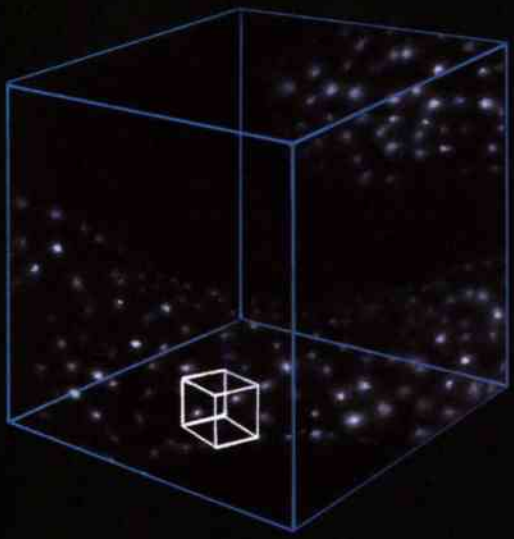
Nhưng không chỉ các thiên hà có *quasar* sở hữu những con quỷ phàm ăn ở lõi. Trong lòng những thiên hà khác cực sáng ở tâm, được gọi là "những thiên hà có nhân hoạt tính", cũng nuôi dưỡng các lỗ đen. Những lỗ đen này, nhẹ hơn khoảng từ 10 đến 100 lần các lỗ đen trong *quasar*, ít phàm ăn hơn, nhưng cũng biến các ngôi sao của thiên hà chủ (thật bất hạnh khi ở gần nó) thành các sợi mì ống, khiến chúng phát sáng mãnh liệt tất cả các gam ánh sáng, từ tia gamma và tia X đến sóng radio.

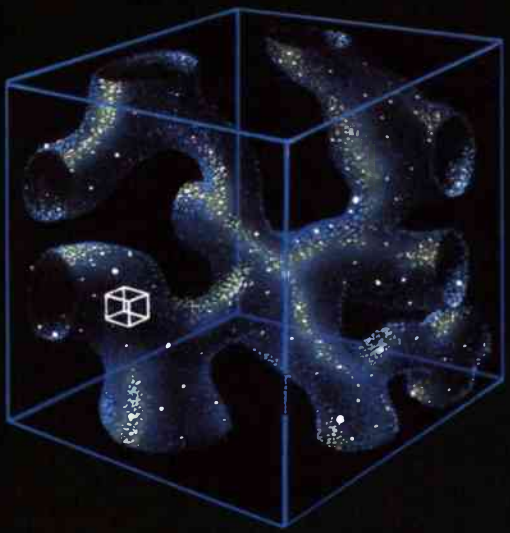
Cấu trúc của vũ trụ

Các thiên hà cụm lại thành các cộng đồng. Ngân Hà của chúng ta là một phần của "cụm địa phương", bao gồm cả thiên hà Tiên Nữ và hơn một chục thiên hà lùn, mà các vệ tinh của thiên hà này chính là những đám mây Magellan lớn và nhỏ. Những cụm thiên hà như vậy trải rộng trên khoảng 13 triệu năm ánh sáng (gấp 130 lần đường kính của một thiên hà) và bao gồm hàng nghìn tỉ mặt trời. Nếu thiên hà là những ngôi nhà của vũ trụ thì các cụm thiên hà tạo thành các ngôi làng vũ trụ.

Hai hình ảnh này cho thấy tâm của thiên hà elip khổng lồ Messier 87 nằm gần trung tâm của đám thiên hà Trinh Nữ ở khoảng cách 50 triệu năm ánh sáng, nơi khởi đầu một tia sáng trải dài trên 6.500 năm ánh sáng. Tia sáng ở hình bên trái là dưới ánh sáng nhìn thấy được, ở bên phải là dưới ánh sáng radio. ánh sáng radio của tia được sinh ra từ những electron năng lượng cao bị giam hãm trong từ trường giữa các thiên hà. Người ta nghĩ rằng các electron này xuất phát từ một lỗ đen siêu nặng có khối lượng bằng một tỉ Mặt Trời nằm ở tâm của Messier 87.







Cuộc thăm dò chiều sâu của vũ trụ đã chỉ ra sự nhỏ nhoi của Hệ Mặt Trời và điều ba lê mê hoặc của vũ trụ, mà trong đó có sự góp phần của Trái Đất. Trong một Hệ Mặt Trời có đường kính 10,4 giờ ánh sáng, trước tiên, Trái Đất kéo chúng ta qua không gian với vận tốc 30 km/s, trong hành trình thường niên của nó quanh Mặt Trời (A). Hệ Mặt Trời thực hiện chuyển chu du quanh tâm của Ngân Hà với vận tốc 230 km/s (B). Ngân hà rơi với vận tốc 90 km/s về phía người bạn đồng hành Tiên Nữ, cả hai cùng tham gia vào "cụm địa phương" trải rộng trên khoảng 10.000.000 năm ánh sáng (C). Cụm địa phương đến lượt mình lại bị đảm tính vân Trinh Nữ trong siêu đảm địa phương cùng siêu đảm Hydre và Centaure, trải rộng 60.000.000 năm ánh sáng, kéo đi với tốc độ 600 km/s (D). Điệu ba lê không dừng lại ở đó. Đảm Trinh Nữ cùng siêu đảm Hydre và Centaure lại rơi về phía một đảm dân cư lớn các thiên hà, mà các nhà thiên văn gọi là "Nhân Hút Lớn". Các đảm và siêu đảm này tạo thành những tường thành và sợi không lồ kéo dài hàng trăm triệu năm ánh sáng (E).

Tiếp theo là đến các thành phố, các đám thiên hà. Các đám này, mà ta có thể đếm được vài nghìn, trải dài trên khoảng 60 triệu năm ánh sáng và bao gồm vài trăm nghìn tỉ mặt trời.

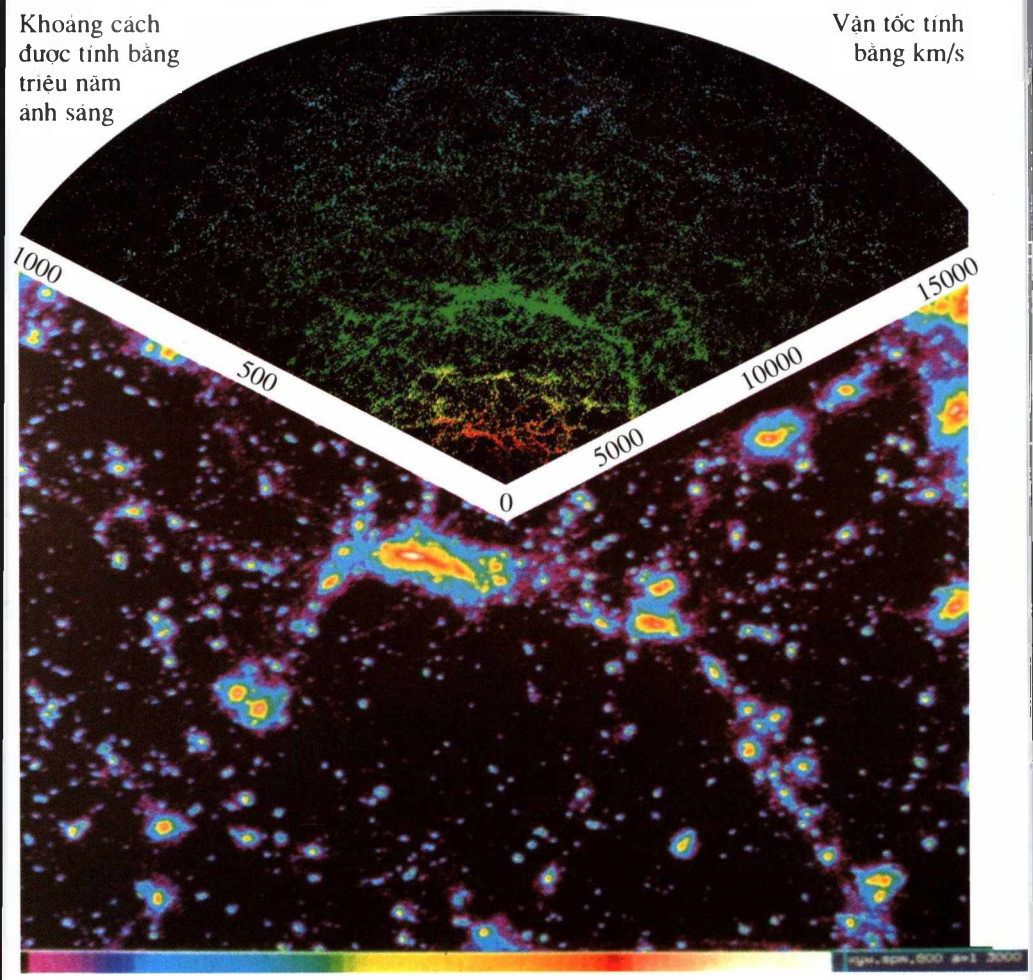
Cơ cấu tổ chức của vũ trụ không dừng lại ở đó. Đến lượt mình các đám lại tụ tập với nhau để tạo thành các siêu đám. Các siêu đám này chính là những đô thị của vũ trụ và trải rộng hút tầm mắt trên vài trăm triệu năm ánh sáng, lưu trú tại đây là vài triệu tỉ mặt trời. Bản thân cụm thiên hà địa phương của chúng ta là một phần của "siêu đám địa phương" có chứa chừng mười cụm và đám khác. Những siêu cụm này bày ra một quang cảnh ngoạn mục nhất: thay vì là dạng cầu, khi thì chúng

có dạng bánh tráng, khi thì dạng sợi dài và mảnh. Bề dày của những chiếc bánh tráng-siêu đám này, khoảng 40 triệu năm ánh sáng, bằng cỡ 1/5 đường kính của chúng. Còn những siêu đám dạng sợi có thể trải qua không gian trên những khoảng cách hàng trăm triệu năm ánh sáng.

Những khoảng trống lớn của vũ trụ

Nhưng điều đáng ngạc nhiên hơn cả là sự khám phá ra trong vũ trụ có những vùng trống lớn có đường kính lên tới 10 triệu năm ánh sáng, hoàn

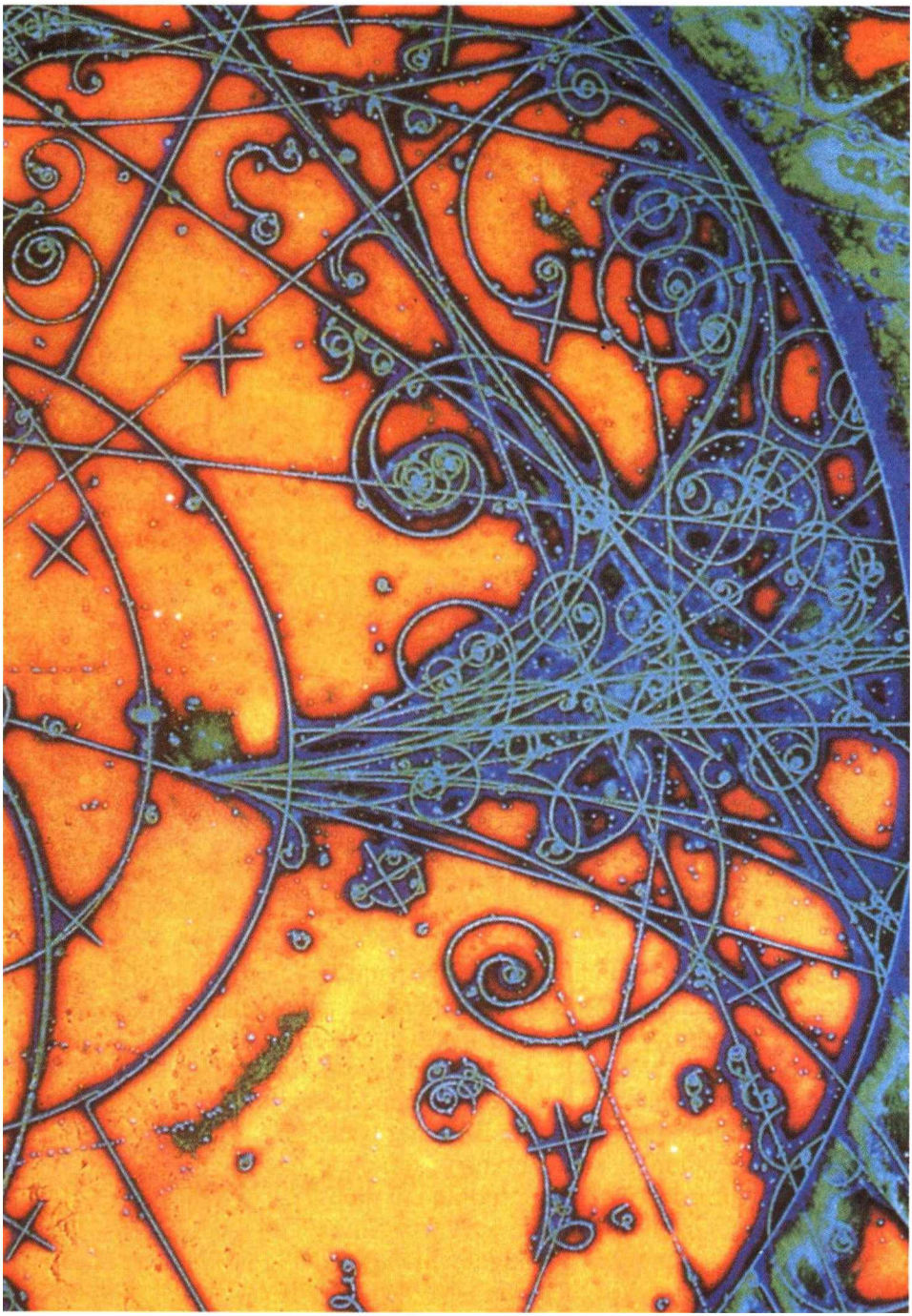
Tâm của đám thiên hà Trinh Nữ (hình trái) là tập hợp một nghìn thiên hà cách Trái Đất 50 triệu năm ánh sáng. Người ta tìm thấy ở đây tất cả các dạng thiên hà: bên phải, phía dưới là một thiên hà xoắn ốc, ở giữa là hai thiên hà elip khổng lồ, Messier 84 (bị cắt một phần) và Messier 86. Năm 1933, nhà thiên văn học người Mĩ gốc Thuỵ Sĩ Friz Zwicky đã phát hiện ra trong đám thiên hà này sự hiện diện của "khối lượng không nhìn thấy được", còn gọi là vật chất tối. Tổng khối lượng của đám phải gấp 10 lần tổng khối lượng của mỗi thiên hà riêng rẽ. Thực ra, những thiên hà này di chuyển với tốc độ khoảng 100 km/s đối với tâm của đám, đám này sẽ phân rã ít ra trong một tỉ năm nếu tổng khối lượng của đám không đủ lớn để lực hấp dẫn giữ không cho những thiên hà phân tán. Điều đó có nghĩa là nó cần có một lượng vật chất (không nhìn thấy được) trong môi trường giữa các thiên hà lớn hơn 9 lần so với lượng vật chất trong các thiên hà! Sáu mươi năm sau, vấn đề khối lượng không nhìn thấy vẫn luôn là một thách thức đối với các nhà vật lí thiên văn. Nó hiện diện khắp nơi, từ những thiên hà lùn ốm yếu nhất đến những siêu đám thiên hà rộng lớn nhất.



toàn vắng bóng các thiên hà. 9/10 thể tích vũ trụ là hoàn toàn trống rỗng, còn các thiên hà phân ra thành dạng bánh tráng và dạng sợi chỉ chiếm 1/10 thể tích còn lại.

Những khoảng trống này, dưới dạng những hốc lớn gần như hình cầu, có ranh giới là những bánh tráng-siêu đám và những siêu đám dạng sợi, được kết nối với nhau trong một mạng lưới mênh mông. Vậy là hé lộ một cảnh tượng đẹp tuyệt vời. Những thiên hà đã dệt nên một tác phẩm ghép mảnh huyền diệu, một tấm thảm vũ trụ mênh mông.

Việc đo đạc bầu trời do Sloan Digital Sky Survey thực hiện (hình trên) chỉ ra rằng những thiên hà phân bố dọc theo các sợi dài bao quanh những khoảng trống lớn. Sự phân bố này cũng thể hiện rõ ràng trong những mô phỏng vũ trụ (hình dưới).



Vũ trụ của thế kỉ XX là vũ trụ Big Bang. Ngày nay phần lớn các nhà vũ trụ học đều cho rằng vũ trụ khởi đầu bằng một vụ nổ lớn từ một trạng thái vô cùng nhỏ, nóng và đặc cách đây khoảng 14 tỉ năm. Chưa đầy một nửa thế kỉ, vũ trụ tĩnh của Newton đã trở nên động, giãn nở, và đầy biến động dữ dội.

CHƯƠNG 3

BIG BANG

Ban đầu, vũ trụ như một máy gia tốc hạt cơ bản khổng lồ, tạo ra và phá huỷ các hạt cơ bản trong những va chạm với năng lượng phi thường. Trong một máy gia tốc, ta có thể nhìn thấy các hạt cơ bản bằng cách cho chúng đi qua một buồng chứa đầy chất lỏng. Hạt tương tác với các nguyên tử của chất lỏng và để lại trên đường đi của nó một chuỗi các bọt khí nhỏ (vì thế mà được gọi là "buồng bọt"). Ở đây (hình bên trái) là vết các hạt trong buồng bọt bị uốn cong do một từ trường rất mạnh.

Vụ nổ khởi thuỷ hay thuyết Big Bang

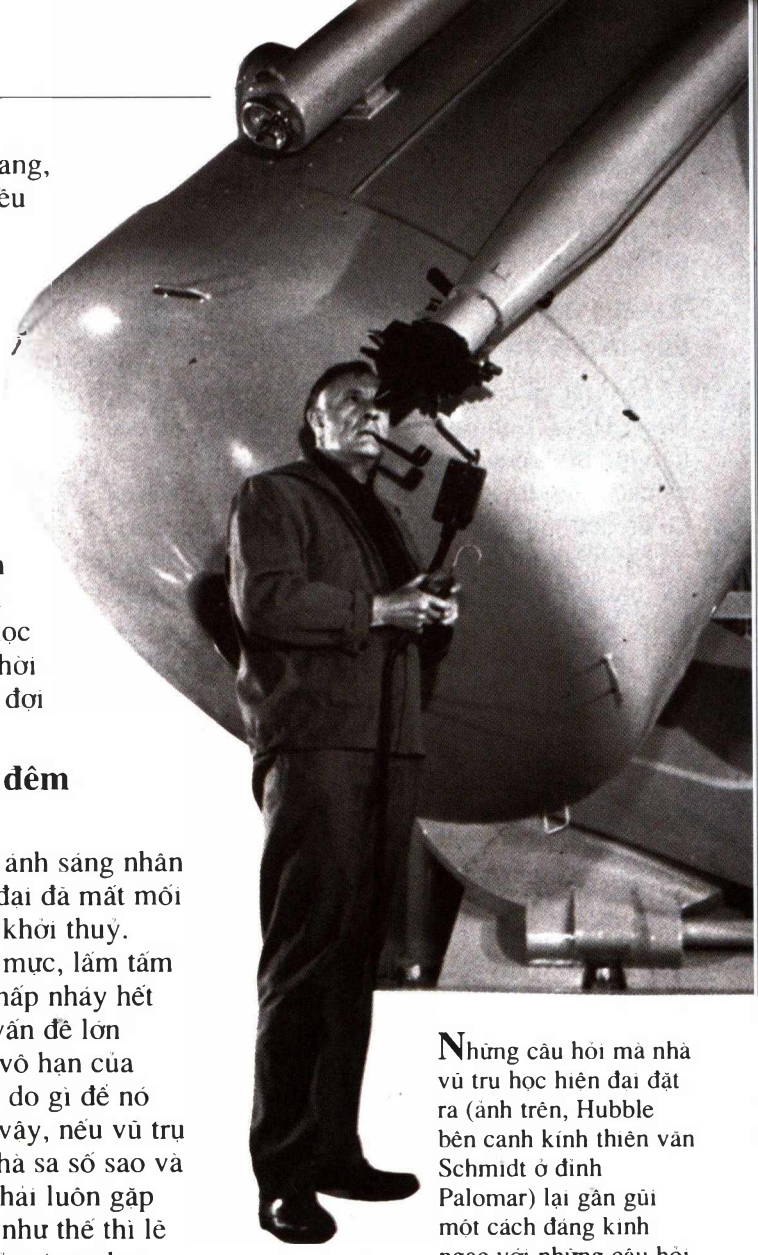
Phát hiện ra hiện tượng giãn nở vũ trụ của nhà thiên văn người Mỹ Edwin Hubble - ông cũng chính là người làm sáng tỏ bản chất của các thiên hà - đã khai mào cho những thay đổi trong nhận thức về vũ trụ. Năm 1929, Hubble ghi nhận rằng phần lớn các thiên hà đang rời xa Ngân Hà của chúng ta. Chuyển động chạy trốn này có trật tự, vì vận tốc của nó tỉ lệ thuận với khoảng cách nên một thiên hà ở xa gấp hai lần sẽ chạy trốn nhanh hơn gấp hai lần, cũng như vậy, một thiên hà ở cách xa mười lần sẽ chạy trốn nhanh gấp mười lần. Hơn nữa, chuyển động của thiên hà là như nhau theo mọi hướng du ta quan sát các thiên hà bên trên, bên dưới, phía trước, phía sau, bên phải hay bên trái. Hệ quả chủ yếu của tỉ lệ giữa khoảng cách và vận tốc này là: mỗi thiên hà đều mất cùng một thời gian để đi từ điểm ban đầu đến vị trí hiện nay của nó. Chúng ta hãy quay ngược lại bộ phim các sự kiện: cách đây khoảng 14 tỉ năm, tất cả các thiên hà đều quy tụ ở cùng một chỗ, tại cùng một thời điểm. Từ đó nảy sinh khái niệm về một vụ nổ lớn, trong tiếng Anh là *Big Bang*, gây ra sự giãn nở hiện

nay của vũ trụ.

Với thuyết Big Bang, vũ trụ đã có một chiều kích lịch sử. Nó có quá khứ, hiện tại và tương lai. Nó không phải là vĩnh hằng vì nó có một khởi đầu. Khái niệm sáng thế vũ trụ, được Thomas d'Aquin đề cập một cách ngẫu nhiên vào thế kỉ XIII lại là một nền tảng khoa học bảy thế kỉ sau, vào thời điểm người ta ít chờ đợi nhất.

Tại sao bầu trời đêm lại đen?

Chìm ngập trong ánh sáng nhân tạo, con người hiện đại đã mất mối liên hệ với đêm đen khởi thuỷ. Bầu trời ấy đen như mực, lấm tấm các ngôi sao đang nhấp nháy hết mức, đã đặt ra một vấn đề lớn trong vũ trụ tĩnh và vô hạn của Newton: chẳng có lí do gì để nó lại tối đen cả. Thực vậy, nếu vũ trụ là vô hạn, với hằng hà sa số sao và thiên hà, mắt ta sẽ phải luôn gặp một nguồn sáng, và như thế thì lẽ ra ban đêm cũng phải sáng như ban ngày mới phải. Vậy mà, đêm lại tối đen. Bí ẩn này vẫn còn nguyên vẹn cho đến khi thuyết Big Bang lên ngôi. Thuyết này đưa ra một giải thích rất tự nhiên: đêm đen vì không có đủ ánh sáng từ sao và các thiên hà để chiếu sáng nó. Một mặt vì vũ trụ có khởi đầu, số lượng sao và thiên hà mà ánh sáng



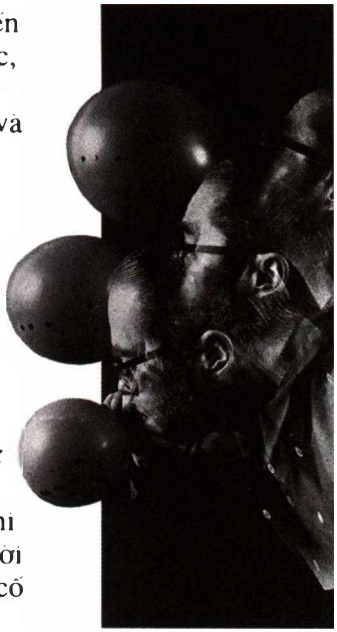
Những câu hỏi mà nhà vũ trụ học hiện đại đặt ra (ảnh trên, Hubble bên cạnh kính thiên văn Schmidt ở đỉnh Palomar) lại gần gũi một cách đáng kinh ngạc với những câu hỏi mà thánh Thomas d'Aquin đã trăn trở (trang bên trái, bên cạnh là Aristotle và Plato). Liệu có một khởi đầu của thời gian và không gian?

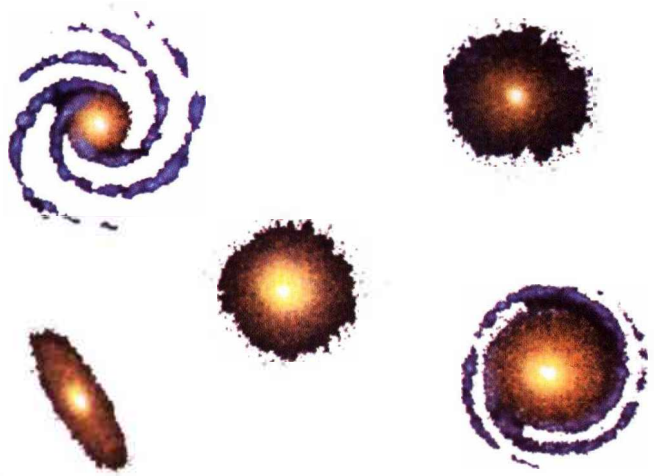
của chúng có thời gian - khoảng 14 tỉ năm - để đến được với chúng ta không phải là vô hạn. Mặt khác, số lượng sao là có hạn vì chúng không sống vĩnh hằng. Chúng sống vài triệu, thậm chí vài tỉ năm, và rồi tắt ngúm.

Trong một vũ trụ giãn nở, các thiên hà chạy trốn ra xa nhau

Nếu tất cả các thiên hà rời xa chúng ta, Ngân Hà có ở tâm của vũ trụ? Thực ra, các cư dân giả định của mỗi thiên hà cũng sẽ thấy tất cả các thiên hà khác chạy trốn ra xa mình. Nếu tất cả đều là tâm, thì sẽ chẳng có tâm nào cả.

Để hiểu được vũ trụ đóng vai nhà ảo thuật như thế nào, hãy tưởng tượng bạn đang thổi một quả bóng bay trang trí đầy các ngôi sao bằng giấy. Khi thổi diện tích quả bóng tăng lên và các ngôi sao rời xa nhau. Giống như các ngôi sao bằng giấy dính cố định trên bề mặt quả bóng, các thiên hà cũng bắt





đồng trong không gian. Mọi chuyển động đều do bề mặt quả bóng. Tương tự như vậy, chính không gian mới là cái đang giãn nở. Cũng giống như vận tốc chạy trốn của các thiên hà tăng tỉ lệ với khoảng cách, các ngôi sao bằng giấy thấy các bạn mình càng rời xa nhanh hơn thì càng ở xa hơn. Không

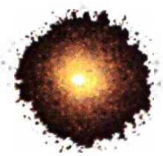
Sự giãn nở của vũ trụ (hình minh họa bên trên là bề mặt quả bóng được thổi phồng, và ở hình dưới, cả trang bên trái và trang bên phải là khoảng cách ngày càng lớn của các thiên hà) liệu có tiếp diễn mãi mãi? Liệu một ngày nào đó chuyển động chạy trốn này có dừng lại, các lực hấp dẫn cưỡng lại được chuyển động chạy trốn, theo đà ban đầu sẽ hút các thiên hà lại gần nhau cho tới thời điểm, mà cuối cùng, chúng tan rã trong một vụ nổ kinh hoàng của ánh sáng và năng lượng, một Big Bang ngược, tức là một vụ co lớn (Big Crunch)?

gian, vốn là tĩnh trong vũ trụ của Newton, giờ trở thành động nhờ thuyết Big Bang.

Trong vũ trụ mới, không phải các thiên hà chuyển động trong không gian bất động, mà ngược lại, không gian giãn nở kéo theo các thiên hà vốn đứng yên. Theo thời gian, không gian trong vũ trụ ngày càng rộng lớn hơn. Sau khoảng 14 tỉ năm tiến hoá, khoảng cách giữa hai thiên hà bất kì tăng lên một nghìn lần. Các thiên hà không chạy trốn Ngân Hà. Chúng đang chạy trốn nhau.

Một vũ trụ vĩnh hằng và sự sáng thế còn đang tiếp diễn

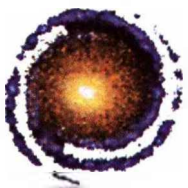
Nhưng liệu khám phá về sự giãn nở của vũ trụ có đủ để áp đặt thuyết Big Bang? Chắc chắn là không, bởi vì các nhà vật lí thiên văn rất bảo thủ. Trong những năm 1950, một cuộc tranh luận gay gắt đã nổ ra giữa những người theo thuyết Big Bang và những người theo thuyết vũ trụ dừng. Những người theo thuyết vũ trụ dừng bác bỏ các khái niệm sáng thế, tiến hoá và thay đổi vốn gắn liền với Big Bang. Theo họ, vũ trụ dừng, nghĩa là nó luôn là như thế trong mọi thời điểm. Bầu trời bất biến của Aristotle lại xuất hiện! Nhiều nhà vũ trụ học ưa chuộng thuyết này vì nó cho phép họ thoát khỏi vấn đề sáng thế của vũ trụ và những hệ luỵ tôn giáo.



Nhưng làm thế nào để dung hòa được ý tưởng về một vũ trụ bất biến trong thời gian với sự giãn nở của vũ trụ? Nếu các thiên hà cứ luôn rời xa nhau, nếu ngày càng có nhiều khoảng trống được tạo ra giữa chúng, thì theo thời gian, vũ trụ sẽ không còn là nó nữa. Và người ta đã phải thừa nhận hiện tượng liên tục tạo ra vật chất để bù lại đúng cái khoảng trống được tạo ra từ sự giãn nở của vũ trụ.

Thống kê lượng vật chất và năng lượng chứa trong vũ trụ là một cách để dự báo tương lai của nó. Nhưng rất khó để thống kê đầy đủ các loại vật chất vì có một lượng lớn vật chất tối (không nhìn thấy được). Toàn bộ vật chất sáng trong các ngôi sao và các thiên hà chỉ bằng 0,5% tổng lượng vật chất chứa trong vũ trụ. Các nhà vật lí thiên văn nghĩ rằng chiếm 25,5% vũ trụ là vật chất tối: 3,5% là vật chất tối thông thường, ví dụ như các proton, nơtron và electron, còn 22% là vật chất tối ngoại lai mà

bản chất của nó còn chưa biết đến. 74% còn lại là năng lượng tối bí ẩn, nó là nguyên nhân gây ra sự giãn nở của vũ trụ, được phát hiện vào năm 1998. Hiện nay, những quan sát cho thấy vũ trụ "phẳng". Sự giãn nở của nó chỉ dừng sau một thời gian vô hạn.



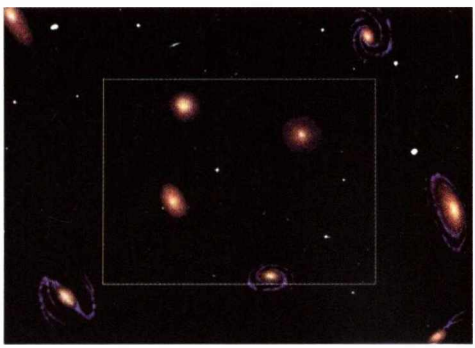
Tỉ lệ tạo thành vật chất cung cấp cho vũ trụ rất nhỏ: cứ tỉ năm, mỗi lít thể tích không gian chỉ thêm được một nguyên tử hydro. Tỉ lệ này nhỏ đến nỗi khó có thể nhận thấy. Vì muốn tránh sự sáng tạo lớn, những người theo thuyết vũ trụ dừng đã phải viện đến vô số những sáng tạo nhỏ.

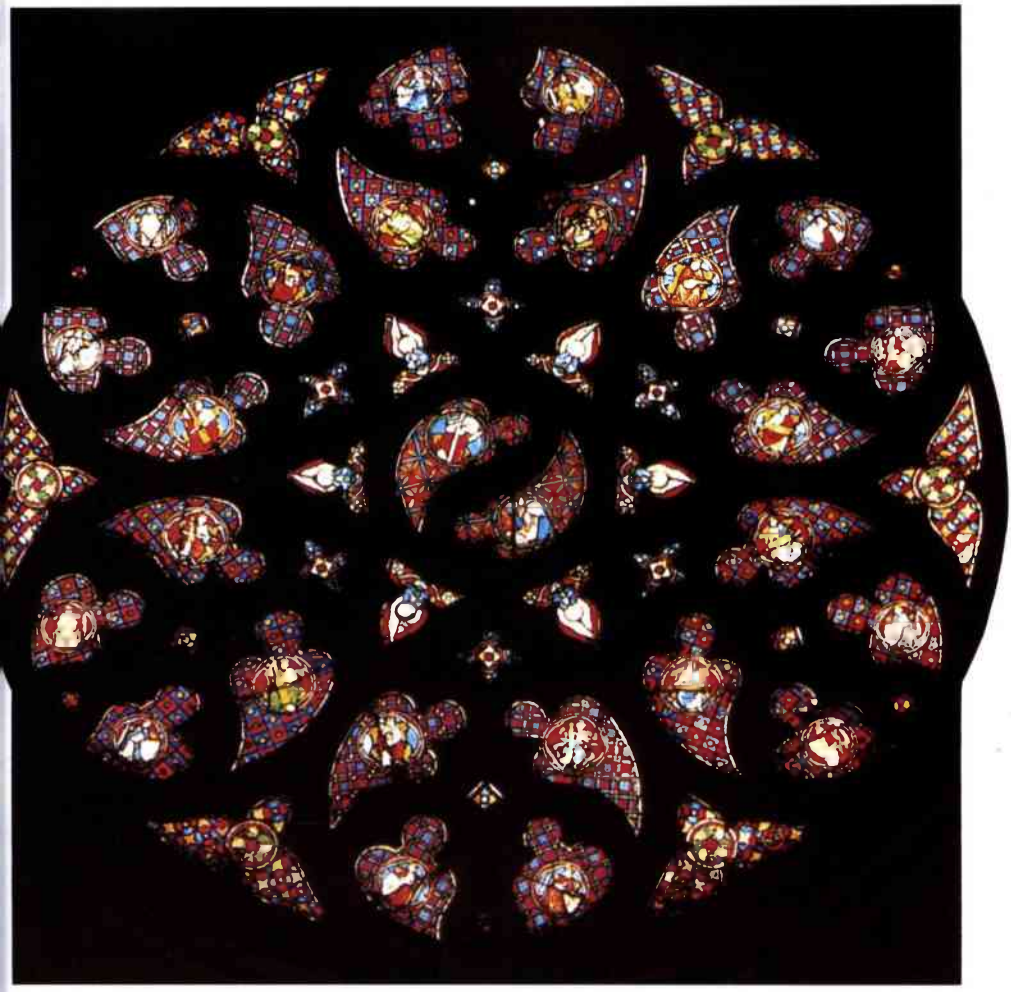
"Tro tàn" của ngọn lửa nguyên thuỷ

Nhà cổ sinh vật học tìm kiếm xương người nguyên thuỷ ở tận cùng châu Phi để thuật lại lịch sử loài người. Nhà địa chất đào bới tận sâu dưới vỏ Trái Đất để tìm các hoá thạch giúp họ tái hiện lịch sử Trái Đất. Cũng như vậy, nhà thiên văn hướng cái nhìn săm soi vào vũ trụ với những máy móc đi ngược thời gian như kính thiên văn - vì ánh sáng không lan truyền tức thì; nhìn xa tức là nhìn sớm - để tìm kiếm những hoá thạch vũ trụ giúp họ thuật lại lịch sử vũ trụ.

Việc phát hiện ra bức xạ hoá thạch choán đầy vũ trụ và đến từ thời thanh xuân của vũ trụ (vào khoảng 380.000 tuổi) đã tập hợp được phần lớn các nhà khoa học đi theo thuyết Big Bang và làm vô hiệu tất cả các thuyết cạnh tranh khác. Nhà vật lí người Mĩ gốc Nga George Gamow đã dự báo sự tồn tại của bức xạ hóa thạch từ năm 1946. Ông lí giải rằng một vũ trụ đang giãn nở sẽ nguội và loãng đi theo thời gian. Và như vậy, trong quá khứ, vũ trụ hẳn đã nóng và đặc hơn rất nhiều. Tuy nhiên, tương quan lực lượng giữa hai thành phần của vũ trụ, là vật chất - bao gồm nguyên tử, con người, sao và các thiên hà -

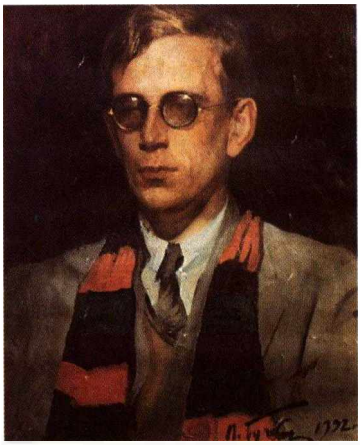
Các nhà thiên văn người Anh Hermann Bondi, Thomas Gold và Fred Hoyle, những người theo thuyết vũ trụ dừng, cho rằng, để mật độ trung bình các thiên hà trong không gian luôn lớn lên do sự giãn nở của vũ trụ là không thay đổi, có các thiên hà mới được sinh ra. Như thế, khoảng cách trung bình giữa các thiên hà không thay đổi (tiên đề được minh hoạ dưới đây). Trong thuyết Big Bang, khoảng trống ấy không được bù đắp bằng sự xuất hiện của các thiên hà mới. Nó sẽ ngày càng lớn lên (ít nhất là trong một vũ trụ giãn nở không ngừng).





và ánh sáng, hẳn đã bị đảo ngược khi vũ trụ còn trẻ. Mọi vật chất đều là năng lượng, Albert Einstein đã dạy chúng ta thế. Vật chất bao trùm vũ trụ hiện nay nhờ năng lượng của nó lớn hơn khoảng 3.000 lần so với năng lượng của ánh sáng. Thời hoàng kim của ánh sáng là trong những giây đầu tiên của vũ trụ, từ một giây đến 380.000 năm sau vụ nổ khởi thuỷ. Theo Gamow, ánh sáng ban đầu nóng và giàu năng lượng - nhiệt độ của nó lên đến 3.000 độ khi vũ trụ được 380.000 tuổi - hẳn ngày nay vẫn đang tiến về phía chúng ta nhưng đã nguội đi đáng kể.

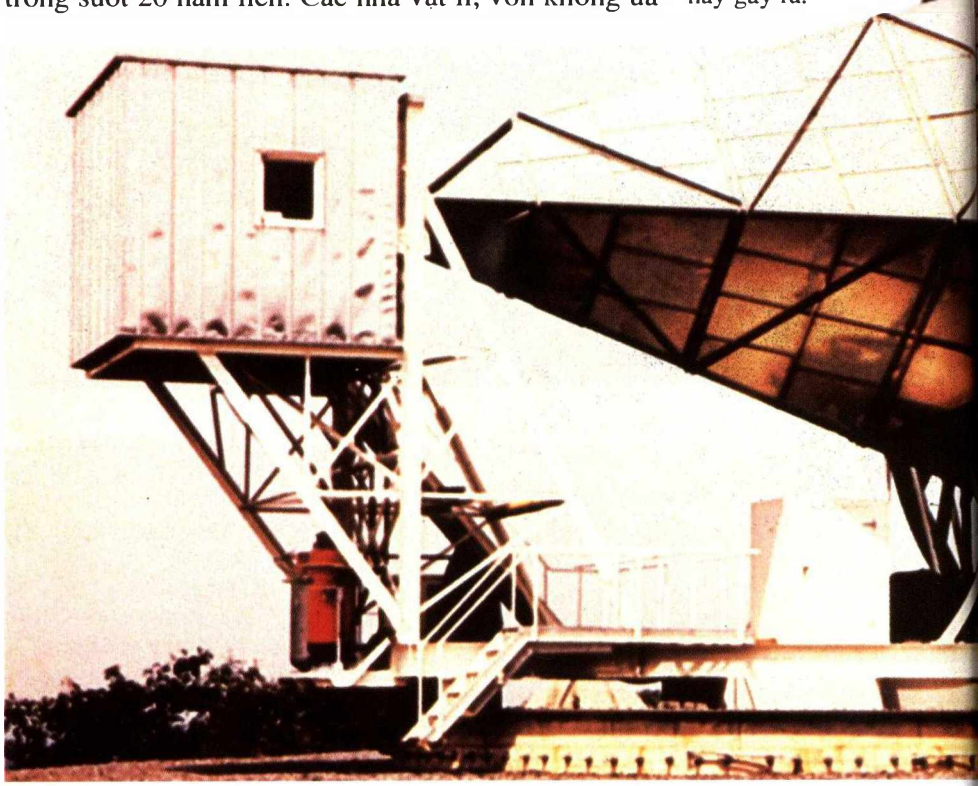
Tấm kính màu này, trang trí cho nhà thờ Saint-Bonaventure ở Lyon, minh hoạ tuyệt vời cho thuyết Big Bang. Không có trung tâm và các hình vẽ dường như đang chạy trốn ra xa nhau, giống như các thiên hà bị sự giãn nở của vũ trụ kéo đi.



Quá ngược đi, tức sự mất năng lượng này là do ánh sáng phải di chuyển trong suốt 14 tỉ năm để đến được Ngân Hà, chúng luôn bị sự giãn nở của vũ trụ cuốn theo. Ánh sáng hoá thạch, vẫn tiếp tục ngược đi, hiện nay đã xuống dưới nhiệt độ vô cùng lạnh giá: -270^0C.

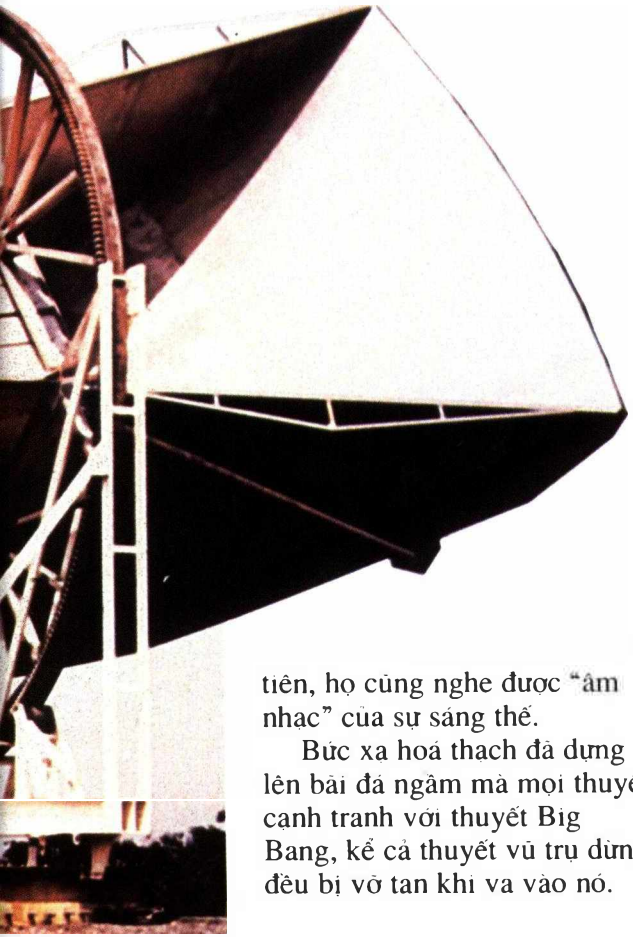
Một ngọn lửa trong lò để lại tàn tro. Bức xạ hoá thạch chính là "tàn tro" của ngọn lửa khởi thuỷ. Các dấu vết ấy của tạo hoá, chẳng ai nhọc công tìm kiếm trong suốt 20 năm liền. Các nhà vật lí, vốn không ưa

Cùng với các đồng nghiệp người Mĩ, Ralph Alpher và Robert Hermann, George Gamow (ảnh trái) là người đầu tiên nói đến vũ trụ ban đầu nóng và bức xạ hoá thạch. Bức xạ này ngược đi đáng kể do sự giãn nở của vũ trụ, chỉ có thể phát hiện ra được bằng kính thiên văn vô tuyến. Arno Penzias và Robert Wilson tình cờ thu được một bức xạ -270^0C mà lúc đầu họ tưởng là do đôi chim câu làm tổ trong kính thiên văn này gây ra.



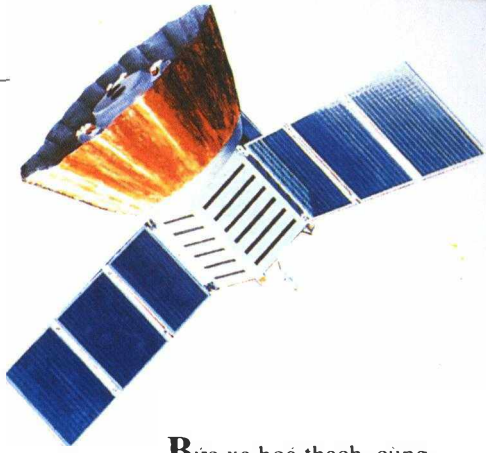
các hệ luy tôn giáo của thuyết Big Bang, đã "lãng quên" tiên đoán của Gamow. Chỉ đến năm 1965 ánh sáng hoá thạch mới được hai nhà thiên văn vô tuyến người Mĩ là Arno Penzias và Robert Wilson, thuộc phòng thí nghiệm của công ty điện thoại Bell, tình cờ phát hiện được.

Khi dùng các kính thiên văn vô tuyến cực nhạy để nghe các tín hiệu của *Telstar*, vệ tinh viễn thông đầu

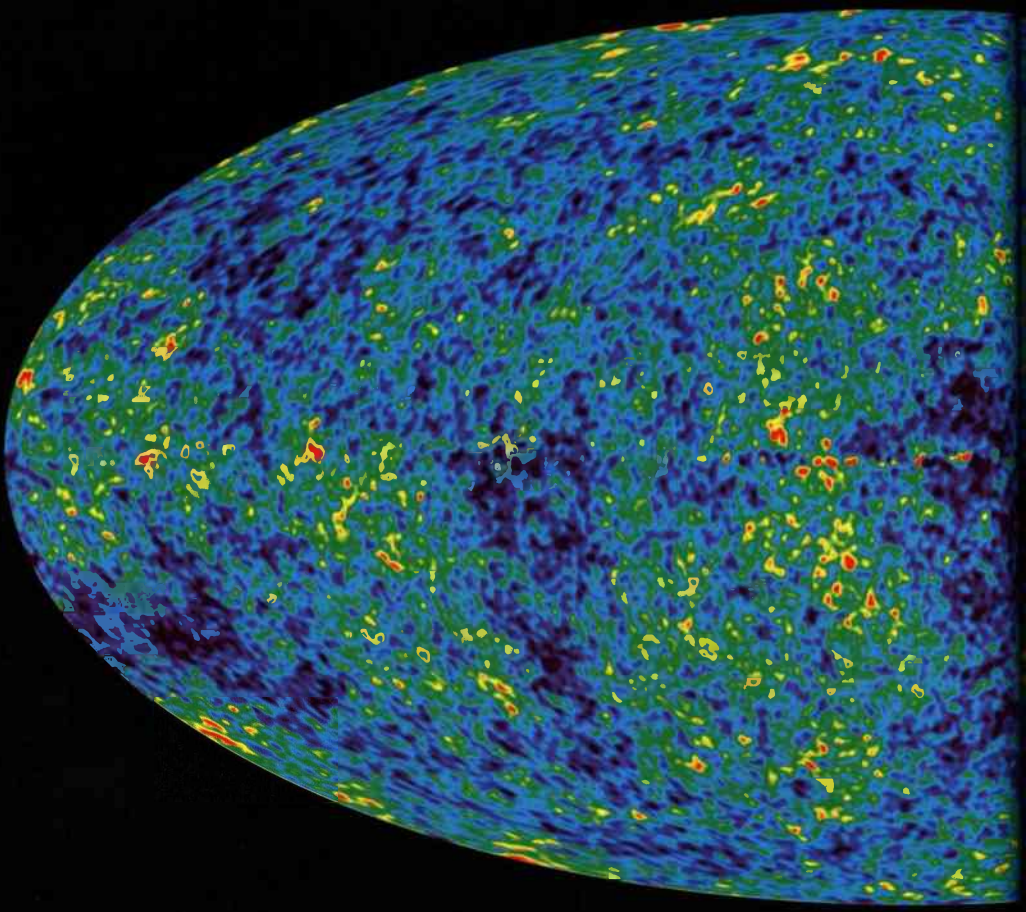


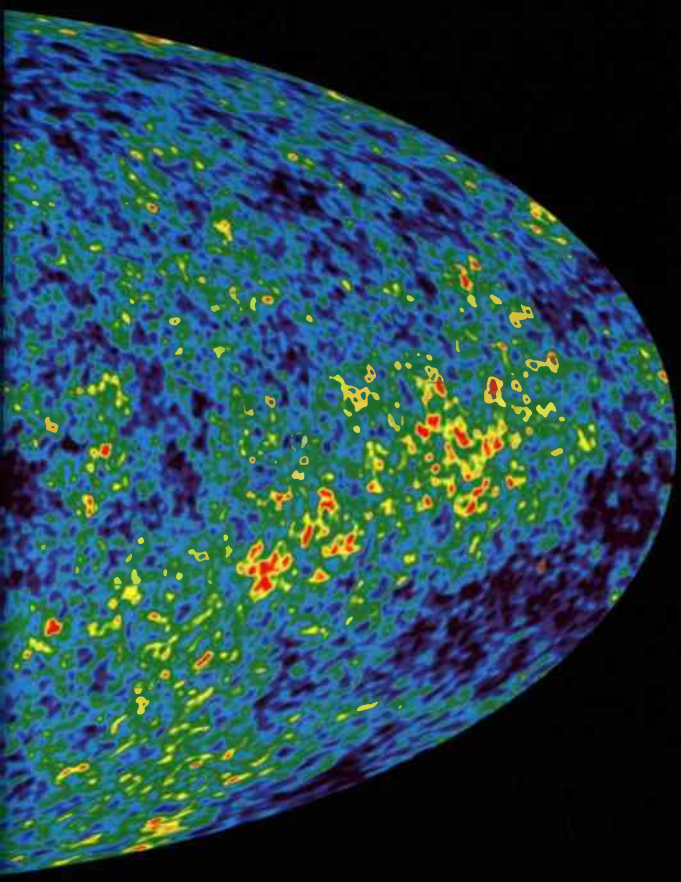
tiên, họ cũng nghe được "âm nhạc" của sự sáng thế.

Bức xạ hoá thạch đã dựng lên bài đá ngầm mà mọi thuyết cạnh tranh với thuyết Big Bang, kể cả thuyết vũ trụ dừng đều bị vỡ tan khi va vào nó.

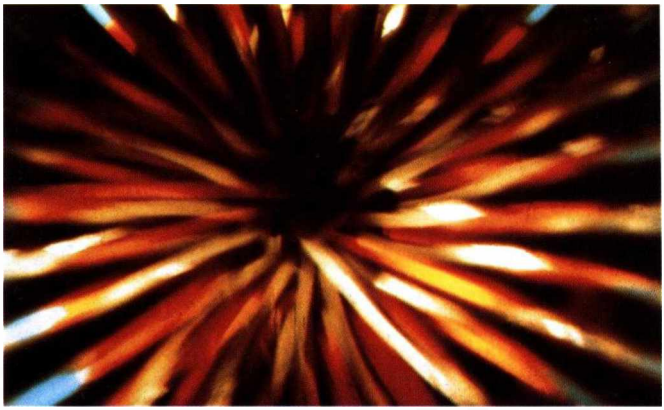


Bức xạ hoá thạch, cùng với sự giãn nở của vũ trụ và cấu tạo hoá học của nó (3/4 khối lượng vũ trụ là hydro và khoảng 1/4 là heli), tạo thành một trong ba trụ cột quan sát được của thuyết Big Bang. Bức xạ hoá thạch, chủ yếu là ánh sáng vi ba, không thể quan sát được chỉ từ mặt đất vì khí quyển của Trái Đất hấp thụ mất một phần. Vệ tinh COBE (Cosmic Background Explorer) được NASA phóng lên quỹ đạo năm 1989 với mục đích chính là nghiên cứu bức xạ hoá thạch (hình trên). Những quan sát của vệ tinh COBE chỉ có thể hiểu được nếu ban đầu vũ trụ bị nén, nóng và đặc tới cực hạn.





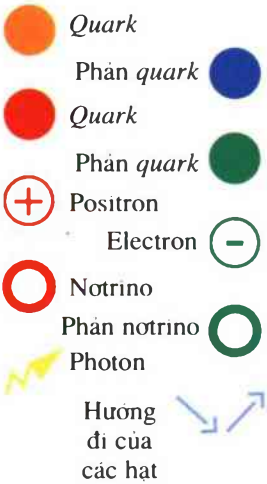
Vào năm 1992, vệ tinh COBE khám phá ra những thăng giáng nhiệt độ cực nhỏ (cỡ vài phần trăm nghìn độ Kelvin) trong bức xạ hoá thạch, và cho ta thấy hình ảnh xa xưa nhất mà chúng ta có thể nhận được từ vũ trụ, 380.000 năm sau Big Bang. Năm 2001, NASA đã phóng vào không gian vệ tinh WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) có thể nghiên cứu những thăng giáng về nhiệt độ này với độ chính xác và nhạy hơn khoảng bốn mươi lần vệ tinh COBE. Trên bản đồ hình bên, những vùng nóng hơn một chút biểu thị bằng màu vàng và đỏ, những vùng lạnh hơn một chút là màu xanh. Chúng tương ứng với những thăng giáng rất nhỏ của vật chất. Những thăng giáng này của vật chất như những hạt mầm sẽ lớn dần và cho ra đời các thiên hà uy nghi ngày nay đang quần tụ trong vũ trụ. Việc phân tích bản đồ của WMAP cho chúng ta thấy rằng vũ trụ được tạo thành từ 4% vật chất thông thường, 22% vật chất ngoại lai và 74% năng lượng tối.



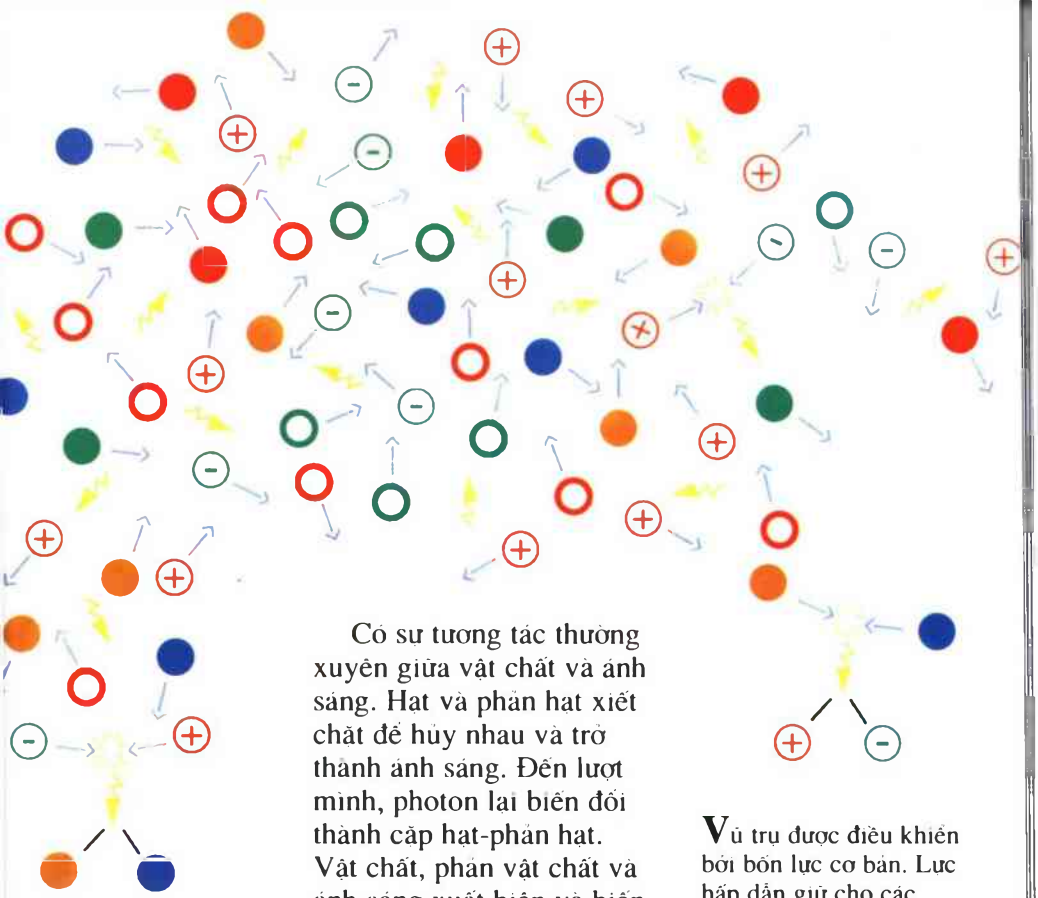
Bức ảnh động này của Franck Malina có thể gợi liên tưởng đến một vụ nổ khủng khiếp đã sinh ra vũ trụ. Vũ trụ bắt đầu giãn nở với một tốc độ cực nhanh mà nhà vật lí người Mĩ Alan Guth gọi là "lạm phát": trong một phần vô cùng nhỏ của giây (từ 10^{-35} đến 10^{-32} giây) vũ trụ quan sát được chuyển từ kích thước cực nhỏ, nhỏ hơn cả một hạt nhân nguyên tử thành kích thước của một siêu đám thiên hà.

Năng lượng chân không sẽ sinh ra vật chất của vũ trụ

Câu chuyện của chúng ta bắt đầu từ một phần cực nhỏ của giây sau vụ nổ khởi thuỷ, chính xác là lúc 10^{-43} giây (0,0...1; có 43 số 0 đằng trước số 1). Vậy điều gì đã xảy ra trước đó? Chẳng ai biết cả. Với nhiệt độ 10^{32} độ (số 1 và 32 số 0 phía sau), vũ trụ nóng hơn tất cả các địa ngục mà thi sĩ người Ý Dante có thể tưởng tượng ra. Tất cả chứa trong một hình cầu nhỏ hơn hàng trăm tỉ tỉ lần một hạt nhân nguyên tử. Chân không ngự trị. Chưa có nguyên tử, sao hay thiên hà. Đó không phải là một chân không êm ả và tĩnh lặng, không có bất cứ vật chất hay hoạt động nào như chúng ta có thể tưởng tượng ra, mà đó là một chân không sống động, sôi sục với toàn bộ năng lượng mà vụ nổ khởi thuỷ đã phóng vào.



Đồng hồ vũ trụ điểm 10^{-32} giây. Nhờ có sự giãn nở mà vũ trụ trở nên ít đặc và nóng hơn một chút. Những hạt cơ bản đầu tiên xuất hiện. Món súp hạt *quark* ("những viên gạch" của vật chất), electron ("các hạt" tích điện) và nơtrino (hạt trung hoà về điện không có khối lượng hoặc khối lượng cực nhỏ) sinh ra từ chân không, trộn lẫn với photon ("các hạt" ánh sáng). Cùng lúc với vật chất, phản vật chất cũng được sinh ra. Nó được tạo thành từ các phản hạt có cùng đặc tính như các hạt, nhưng mang điện tích trái dấu. Bởi vì vũ trụ trung hoà về điện, nên sự có mặt của phản vật chất rất cần thiết để cân bằng điện tích của vật chất.

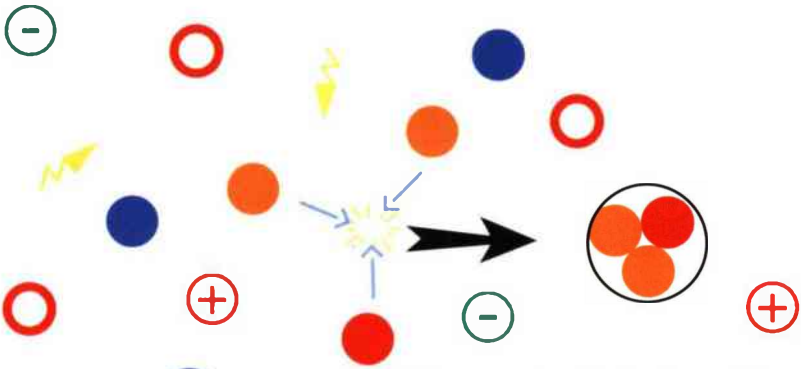


Có sự tương tác thường xuyên giữa vật chất và ánh sáng. Hạt và phản hạt xiết chặt để hủy nhau và trở thành ánh sáng. Đến lượt mình, photon lại biến đổi thành cặp hạt-phản hạt. Vật chất, phản vật chất và ánh sáng xuất hiện và biến mất trong những vòng sinh tử dữ dội.

Sự thiên vị của tự nhiên đã tạo ra vũ trụ vật chất

Nếu bao nhiêu hạt có bấy nhiêu phản hạt, thì lịch sử của chúng ta đã dừng lại tại đó. Vật chất tự huỷ với phản vật chất và sẽ chỉ còn lại một vũ trụ trần ngập ánh sáng, nơi hoàn toàn vắng bóng các hạt cơ bản, sao, thiên hà và con người. Nhưng thật may mắn cho chúng ta, tự nhiên không thật công bằng đối với vật chất và phản vật chất. Vật chất được ưu ái hơn một tí xíu. Cụ thể là, cứ mỗi tỉ phản hạt sinh ra từ chân không, thì sẽ có một tỉ linh một hạt xuất hiện. Cứ mỗi tỉ hạt và phản hạt huỷ nhau để biến thành một tỉ photon, thì có một hạt vật chất sống sót.

Vũ trụ được điều khiển bởi bốn lực cơ bản. Lực hấp dẫn giữ cho các hành tinh ở quanh mặt trời, các ngôi sao ở trong thiên hà. Lực điện từ cho phép các phân tử kết hợp lại thành chuỗi ADN. Tiếp theo là hai lực hạt nhân kiểm soát thế giới các nguyên tử: lực hạt nhân yếu làm vật chất phân rã; lực hạt nhân mạnh liên kết proton và nơtron để tạo thành hạt nhân nguyên tử.

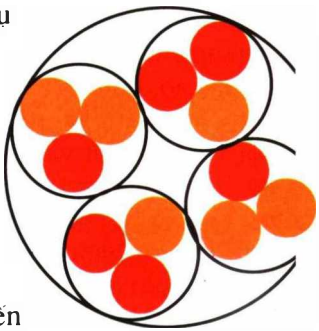


Theo mức độ lạnh và loãng đi của vũ trụ, những cấu trúc phức tạp hơn hình thành

Cú phát bỏng diễn ra khi đồng hồ vũ trụ điểm một phần triệu giây (10^{-6} giây). Bây giờ vũ trụ đã lớn gần bằng Hệ Mặt Trời, nhưng nhiệt độ vẫn khủng khiếp ở mức 10.000 tỉ độ. Đầu tiên các hạt quark kết hợp với nhau cứ ba hạt một để tạo ra proton và nơtron.

Chất keo gắn kết chúng là lực hạt nhân mạnh.

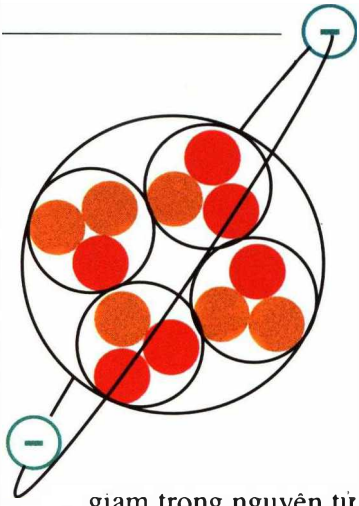
Khoảng ba phút sau, lực này lại can thiệp để kết hợp proton và nơtron lại thành hạt nhân hydro (một proton) và heli (hai proton và hai nơtron). Lúc này vũ trụ không thể tạo ra các cấu trúc phức tạp hơn; các hạt nhân heli, do sự giãn nở của vũ trụ làm cho loãng ra đã không có cơ hội gặp gỡ để kết dính với nhau.



Tắm mình trong món súp hạt nhân hydro và heli, electron, photon và nơtrino, vũ trụ tiếp tục giãn nở

Không có sự kiện trọng đại nào xảy ra cho đến

Hạt *quark* là hạt cơ bản nhất của vật chất. Tên của nó được lấy từ câu "ba *quark* cho Muster Mark" trong tác phẩm *Finnegan's Wake (Thức canh Finnegan)* của James Joyce. Cũng như cho Muster Mark, ba là số hạt quark cần thiết để tạo nên proton (2 *quark* đỏ và 1 *quark* da cam) và nơtron (2 *quark* da cam và 1 *quark* đỏ) (sơ đồ bên trái). Đến lượt mình, các cặp proton lại kết hợp với các cặp nơtron để tạo ra hạt nhân heli (sơ đồ bên dưới).

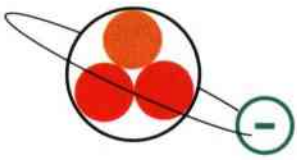


năm 380.000. Vũ trụ nguội đến nhiệt độ 3.000 độ. Lực điện từ tạo ra vật chất nguyên tử khi đẩy một hạt proton kết hợp với một hạt electron để tạo ra nguyên tử hydro, và mỗi hạt nhân heli kết hợp với hai electron để tạo ra nguyên tử heli.

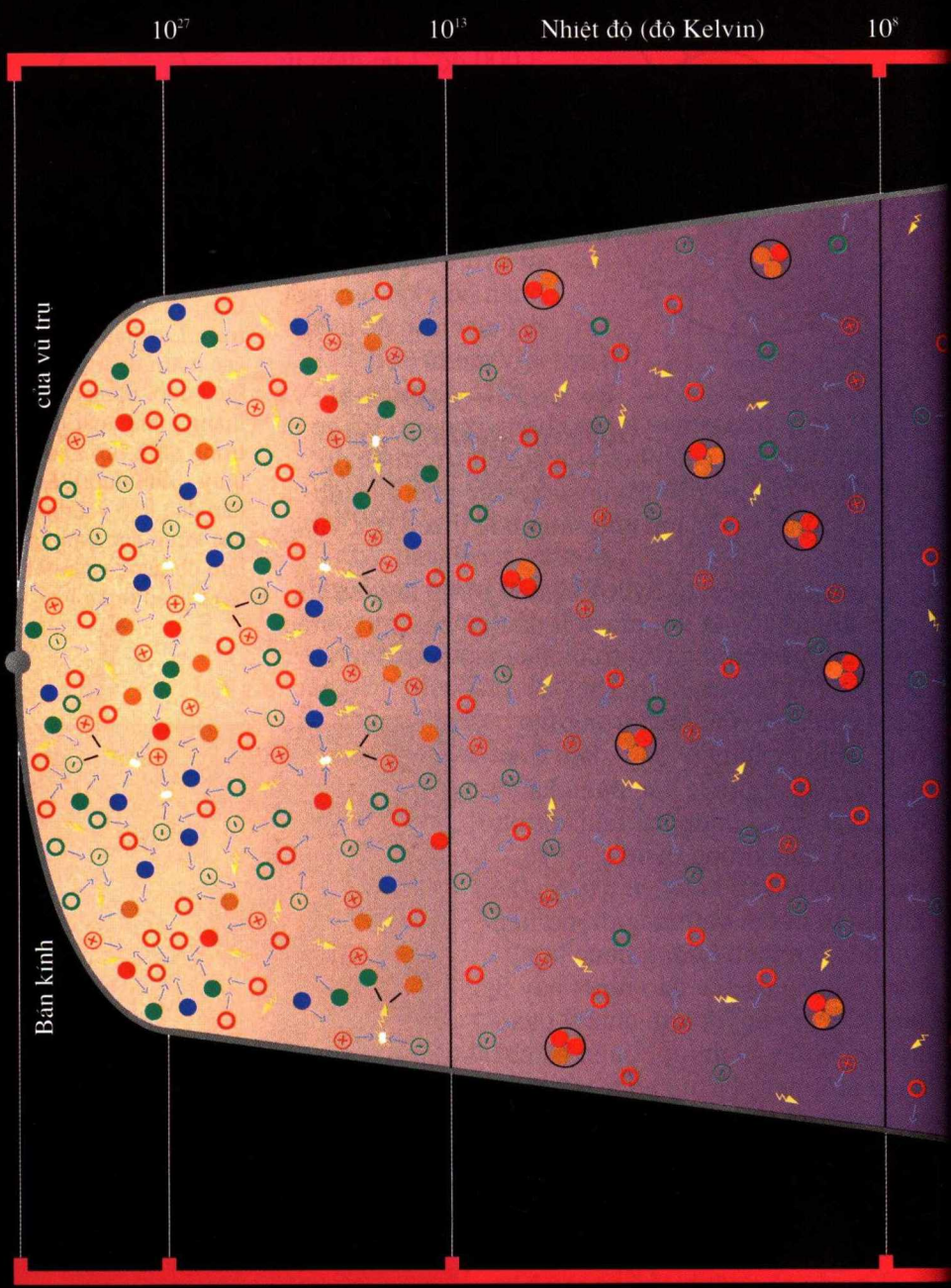
Các electron bị giam trong nguyên tử không còn cản trở sự di chuyển tự do của photon nữa. Vũ trụ trước đó đen đặc bỗng trở nên trong suốt. Các photon sinh ra ở thời kì này tạo thành ánh sáng hoá thạch của vũ trụ.

Có các nguyên tử hydro và heli trong tay, vũ trụ thoát khỏi ngõ cụt nơi mà heli đã thất bại trong việc tạo dựng nên những cấu trúc phức tạp hơn. Với sự hợp tác của lực hấp dẫn, các "ốc đảo" nhiệt đã xuất hiện trong sa mạc băng giá của không gian. Các ốc đảo này chính là các thiên hà. Vật chất trong thiên hà, liên kết nhờ lực hấp dẫn, không tham gia vào quá trình giãn nở của vũ trụ. Vì thế, không bị nguội và loãng đi, nó tiếp tục tiến lên theo hướng phức tạp hơn. Nhưng các ốc đảo nhiệt này bị một khiếm khuyết lớn: chúng quá loãng. Trung bình mỗi thiên hà chỉ chứa một nguyên tử hydro trong một centimet khối, nghĩa là ít hơn hàng triệu tỉ lần không khí mà chúng ta thở. Các chỗ đặc hơn là cần thiết để tạo điều kiện thuận lợi cho các nguyên tử gặp gỡ nhau.

Lúc đó sẽ xuất hiện các sao bên trong thiên hà.



Electron và hạt nhân kết hợp lại thành nguyên tử hydro (hình trên) và heli (hình bên trái). Lực hấp dẫn gieo các mầm thiên hà xuất hiện dưới dạng các thăng giáng mật độ trong món súp khởi thuỷ (hình dưới). Lực hấp dẫn kéo vật chất về các vùng đặc hơn và làm chúng co sập lại để tạo ra các thiên hà.

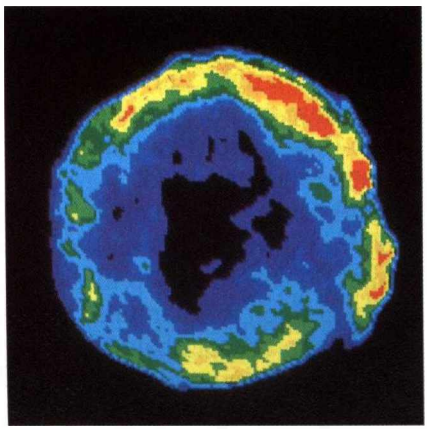

10^{27}
10^{13}
Nhiệt độ (độ Kelvin)
10^{8}
Bán kính của vũ trụ
0
10^{-35} giây
10^{-32} giây
10^{-6} giây
Thời gian vũ trụ
3 phút

Sử dụng các thành tựu mới đây của vật lí hạt cơ bản, các nhà vật lí thiên văn đã có thể phác hoạ lịch sử vũ trụ đến 10^{-43} giây sau Big Bang. Các kiến thức hiện nay về vật lí không cho phép chúng ta ngoại suy xa hơn. Cuối thời kì "lạm phát", năng lượng chân không tạo ra một nồi súp hạt quark, electron, notrino, photon và các phản hạt của chúng. Sự ra đời của notron và proton vào lúc 10^{-6} giây định ra mối liên kết hoá học của vũ trụ. Với sự xuất hiện của hạt nhân hydro và heli ở phút thứ ba, 98% khối lượng của vũ trụ đã được tạo thành (75% hydro, 23% heli). Sau 380.000 năm, các nguyên tử hydro và heli tạo ra từ cuộc hôn phối của các electron với hạt nhân hydro và heli. Từ đó vũ trụ có vật liệu để tạo ra các thiên hà và các ngôi sao.

Cũng như vũ trụ, các ngôi sao đã mất đi tính bất biến thời Aristotle. Chúng có một lịch sử: sinh ra, sống và chết đi. Lịch sử của chúng liên quan mật thiết với chúng ta vì nó làm sáng tỏ lịch sử của chúng ta. Chúng ta chỉ là những hạt bụi sao.

CHƯƠNG 4

SỐ PHẬN CÁC NGÔI SAO



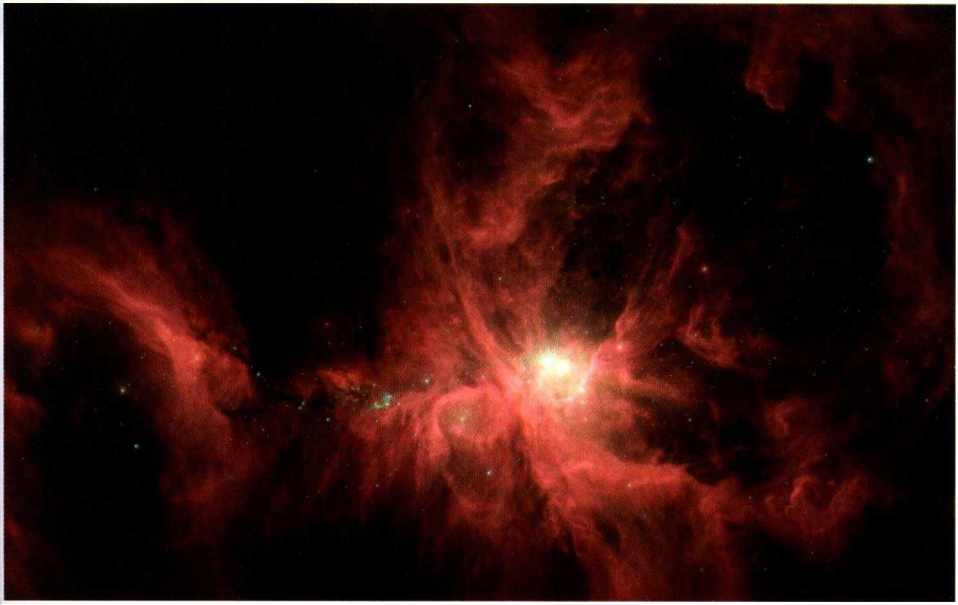
Vườn ươm sao IC 1283-4 (trong chòm sao Nhân Mã) chứa hàng trăm ngôi sao trẻ, phát ánh sáng cực tím rất mạnh, tạo nên màu tím hoa cà xinh đẹp (hình bên trái). Phần còn lại của sao siêu mới do Tycho Brahe quan sát năm 1572 (hình bên phải) toả ra ánh sáng vô tuyến mạnh, tạo ra bởi các electron được gia tốc do vụ nổ.

Tinh vân Orion, cách Trái Đất khoảng 1.500 năm ánh sáng, là một vườn ươm sao của Ngân Hà, nơi có số lượng lớn các ngôi sao nóng và đặc được sinh ra (hình trên, được chụp bằng kính thiên văn Hubble, dưới ánh sáng nhìn thấy được). Những ngôi sao trẻ này chiếu sáng khí giữa các ngôi sao làm cho nó bức xạ hết khả năng. Bên trái vùng sáng, ta thấy một vùng sẫm hơn. Thực ra, vùng này không trống rỗng, nó chứa một lượng lớn bụi, hấp thụ ánh sáng nhìn thấy được.

Các ngôi sao phát sáng

Những ngôi sao đầu tiên được sinh ra trong khoảng năm thứ hai tỉ của vũ trụ. Khi bị co sập lại do lực hấp dẫn, mỗi phôi thiên hà phân chia thành hàng trăm tỉ đám mây nhỏ chứa khí hydro và heli. Dưới tác dụng của lực hấp dẫn làm cho nó có dạng hình cầu, đến lượt mình những đám mây nhỏ này cũng co sập lại. Mật độ trong tâm tăng dần lên, và chẳng bao lâu vượt quá mật độ của nước tới 160 lần. Nhiệt độ ở tâm tăng đến hàng chục triệu độ. Các nguyên tử hydro và heli trong tâm các khối cầu khí, được sinh ra ngay từ những phút đầu tiên của vũ trụ, bị va chạm mạnh, giải phóng các electron, hạt nhân hydro (hay proton) và hạt nhân heli khỏi các nhà tù nguyên tử giam giữ nó.

Tình trạng này gợi cho chúng ta nhớ tới quang cảnh vũ trụ ở phút thứ ba khởi thuỷ. Sức nóng lớn và mật độ cao cho phép thiên nhiên miệt mài với trò chơi yêu thích một lần nữa, trò tập hợp: cứ bốn proton kết hợp lại với nhau để tạo ra hạt nhân heli. Quá trình liên kết này giải phóng năng lượng dưới dạng ánh sáng. Các ngôi sao phát sáng vì chúng chuyển



hoá một phần khối lượng proton thành năng lượng. Nếu ta so sánh khối lượng của bốn proton tự do với hạt nhân heli, được tạo thành từ sự liên kết đó, ta nhận thấy rằng khối lượng của heli không bằng, mà nhẹ hơn một chút so với khối lượng của bốn proton. Phần thiếu hụt này đã được chuyển thành năng lượng, và chính năng lượng này thắp sáng khối cầu khí rồi biến nó thành sao. Phôi thiên hà chuyển hoá thành một vườn ươm sao khổng lồ.

Các khối cầu khí đang co sập lại thì bị dừng đột ngột do năng lượng giải phóng ra. Cân bằng được thiết lập giữa lực đẩy của bức xạ có xu hướng làm ngôi sao nổ tung, và sức nén của lực hấp dẫn, có xu hướng làm nó co sập lại.

Chân dung của ngôi sao Mặt Trời

Mặt Trời được sinh ra từ sự co sập lại của một tinh vân trong dải Ngân Hà, có lẽ được bắt nguồn từ cơn hấp hối bùng nổ của một ngôi sao ở gần (vụ nổ tạo ra sao siêu mới) cách đây 4,6 tỉ năm.

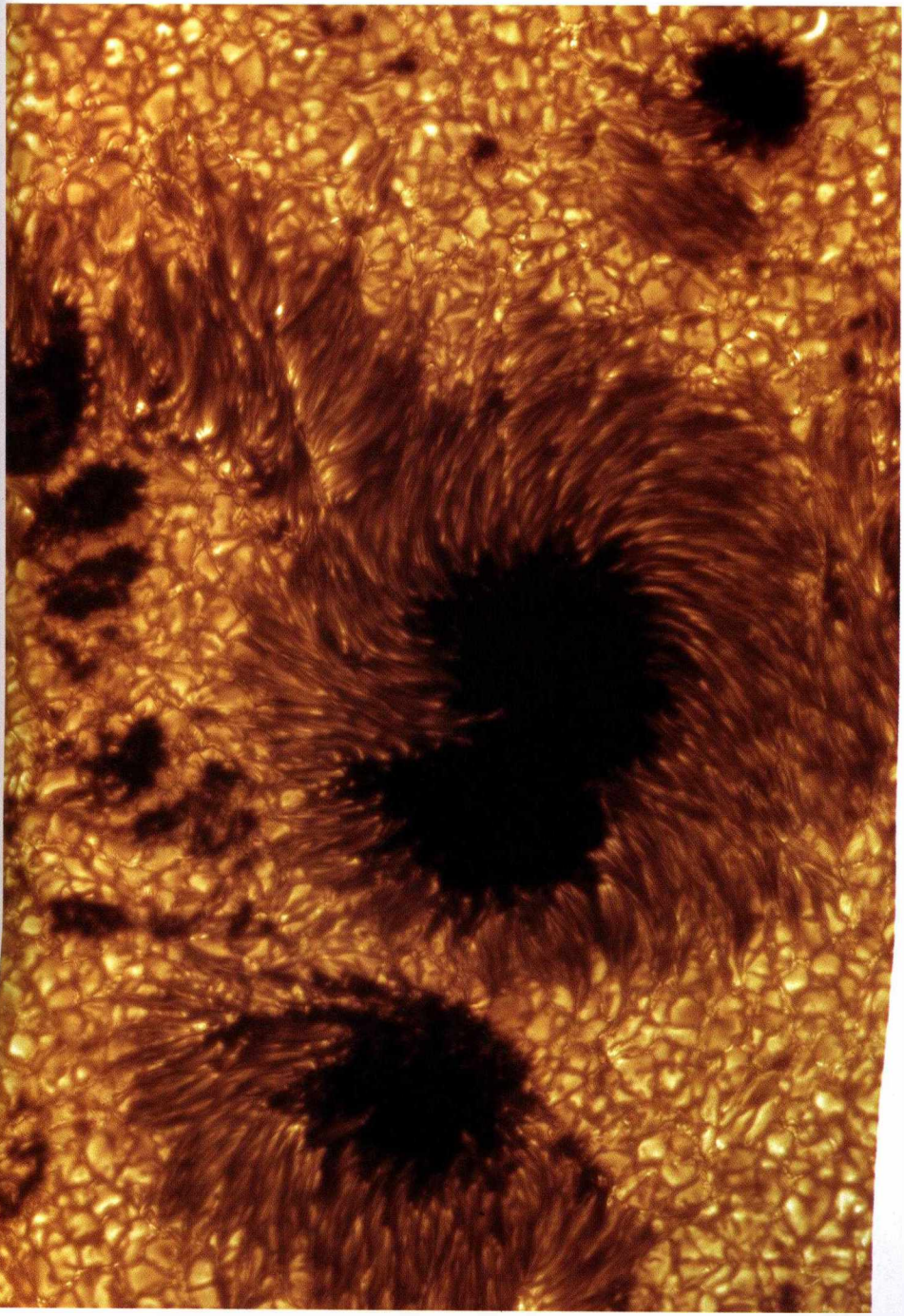
Sau khi tách khỏi đám, nơi nó được sinh ra, Mặt Trời đứng riêng lẻ giải phóng ánh sáng và năng

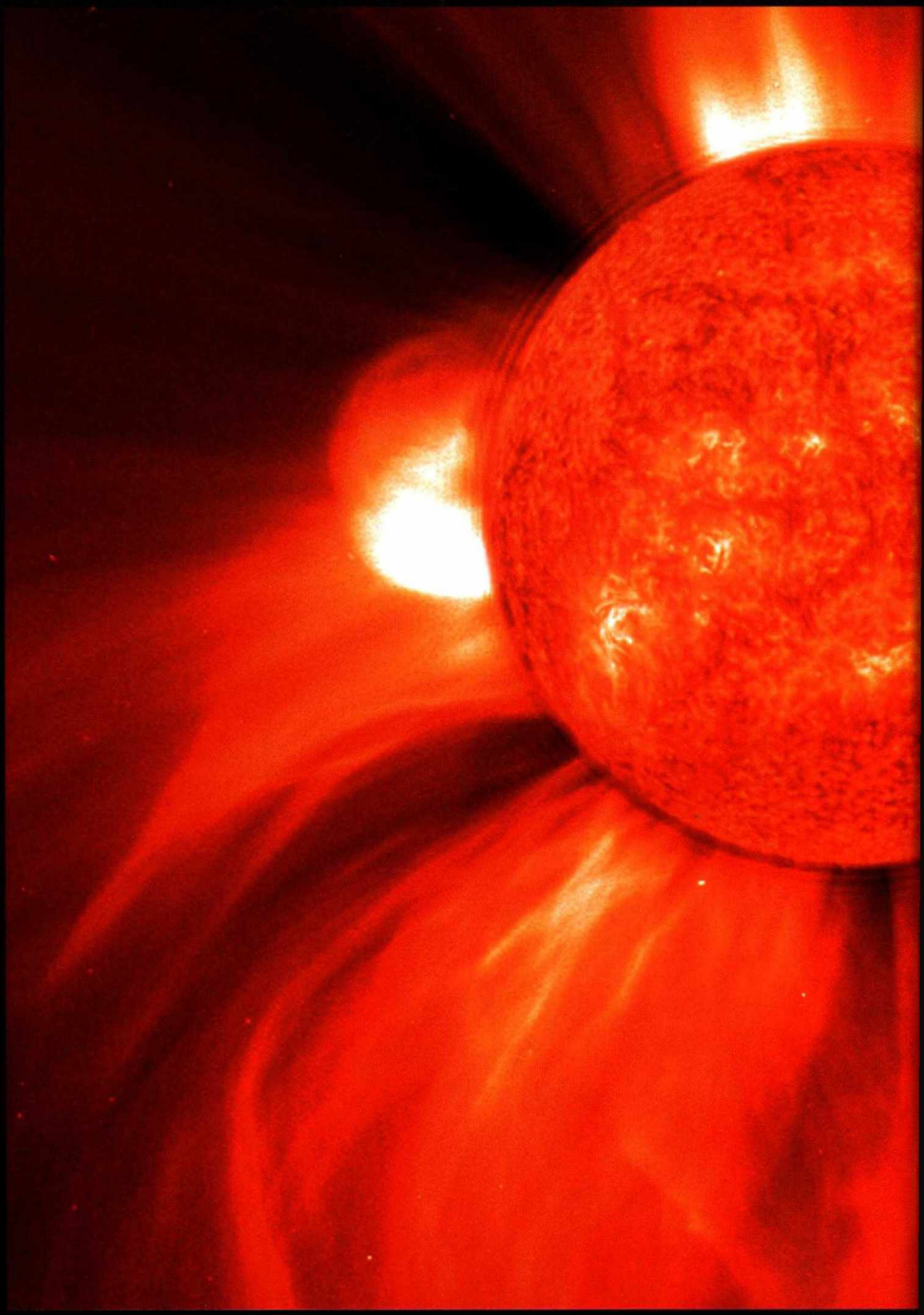
Trong những năm 1980, sự phát triển của detector (bộ dò) hồng ngoại đã giúp thâm nhập vào trung tâm các vùng bụi thuộc các vườn ươm sao và chứng kiến trực tiếp sự ra đời của các sao. Thực tế là ánh sáng hồng ngoại hầu như không bị các hạt bụi giữa các ngôi sao hấp thụ. Bởi vậy, việc chụp ảnh tinh vân Orion do kính thiên văn vũ trụ hồng ngoại Spitzer thực hiện (hình trên) cho chúng ta thấy những đám mây sáng rực nhờ tia tử ngoại của các sao trẻ mà trên bức ảnh chụp bằng ánh sáng nhìn thấy chỉ hiển thị là một vùng sẫm.

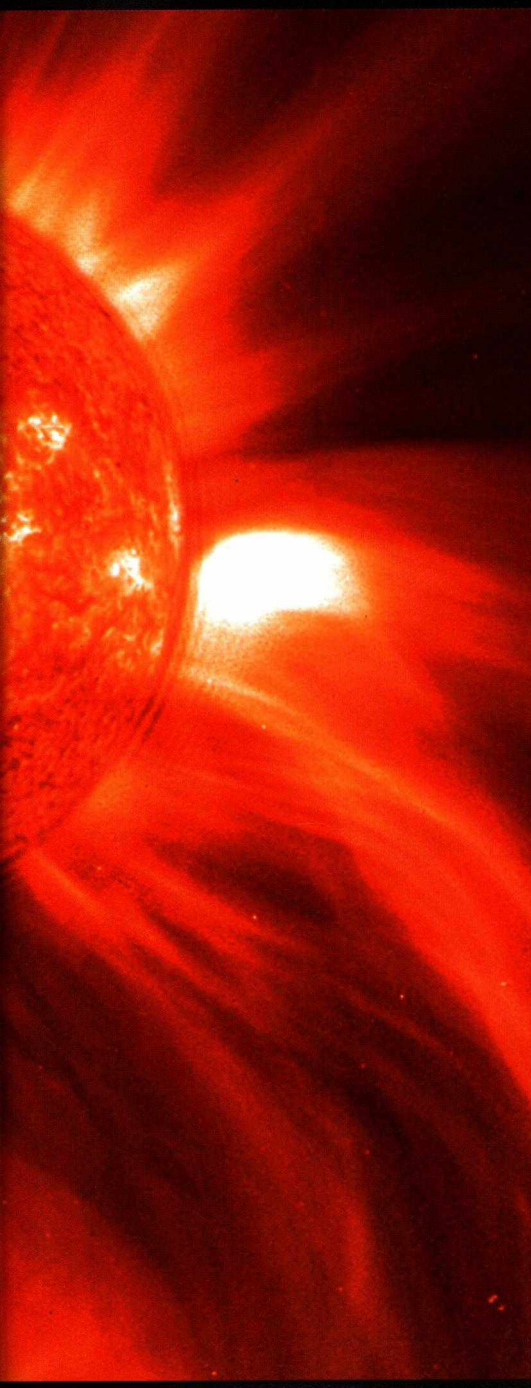
lượng và rất hào phóng ban phát hơi ấm cho chín hành tinh xung quanh. Mặt Trời đã giúp đánh thức và giữ gìn sự sống của một hành tinh trong số đó, hành tinh xanh, Trái Đất của chúng ta.

Hãy thử tiến lại gần Mặt Trời. Cảnh tượng hiện ra trước mắt chúng ta là bề mặt khí lún, phủ toàn lửa, được đốt nóng bởi lò lửa ở trung tâm có nhiệt độ lên tới khoảng 6.000 độ. Bề mặt này được phân thành hàng nghìn ô khí khổng lồ đường kính hàng nghìn kilomet. Những ô này được gọi là "hạt", xuất hiện và biến mất theo chu kì sinh tử trong vòng vài phút. Đó đây quang cảnh Mặt Trời được điểm xuyết bởi những vùng tối, những vết Mặt Trời mà Galilei đã khám phá ra. Tối vì nó lạnh hơn bề mặt Mặt Trời khoảng 2.000 độ, những vết này có thể đạt tới kích thước hàng nghìn kilomet và nuốt gọn các hành tinh. Bề mặt Mặt Trời là nơi có hoạt động dữ dội và vết Mặt Trời là nơi mà Mặt Trời bộc lộ tính khí. Có những lúc vết Mặt Trời cháy sáng rực. Các lưỡi lửa phun trào và các vòi rồng phóng vật chất vào không gian. Một số vật chất bị từ trường giữ và rơi trở lại bề mặt Mặt Trời, vẽ nên các cung ánh sáng thật duyên dáng. Những tia lửa phóng vào không gian một luồng vật chất, gồm proton và electron. Rồi luồng vật chất ấy quyện vào với gió Mặt Trời, được tạo nên từ sự bốc hơi của những tầng trên của Mặt Trời.

Số lượng vết Mặt Trời (hình bên phải, giữa những ô khí có đường kính 1.000 km, được gọi là "hạt") tăng và giảm theo chu kì mười một năm. Các nhà vật lí thiên văn nghĩ rằng hiện tượng này liên quan đến sự sắp xếp lại một cách tuần hoàn từ trường ở bên trong Mặt Trời, một loại nam châm khổng lồ với các cực từ Bắc và Nam. Cứ mười một năm các cực này lại đảo một lần (cực Bắc trở thành cực Nam và ngược lại), đó cũng chính là chu kì của các vết Mặt Trời. Gió Mặt Trời là nguyên nhân gây ra đuôi sao chổi (sao chổi Tây, hình ngoài cùng bên trái), những viên tuyết lớn ở giữa chứa đầy đá này thỉnh thoảng ghé thăm Hệ Mặt Trời. Dạng đường thẳng của nó chính là kết quả của sự tương tác giữa các chất đóng băng bị bay hơi do sức nóng Mặt Trời với gió của các hạt tích điện. Khi số vết Mặt Trời đạt cực đại và Mặt Trời hoạt động tới mức đỉnh điểm của nó, gió Mặt Trời thổi thành bão, làm rối loạn các sóng liên lạc vô tuyến trên Trái Đất.

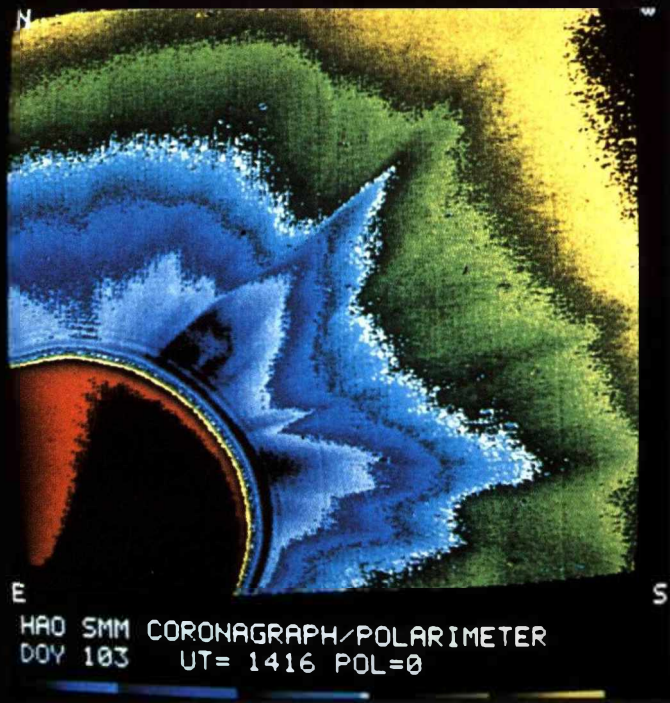






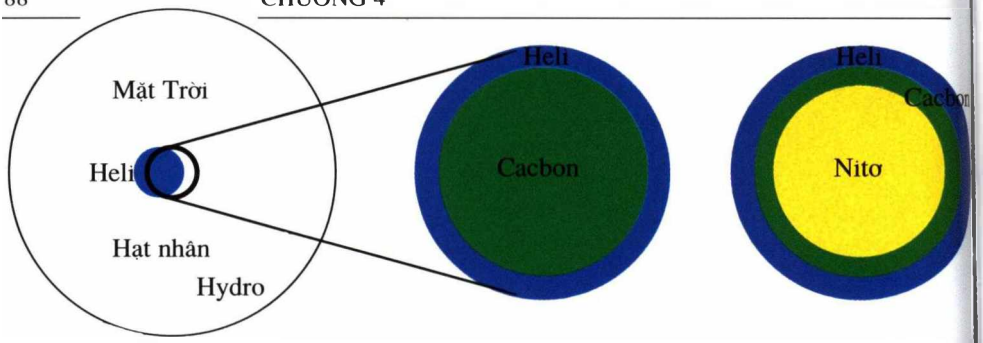
Tính khí Mặt Trời

Mặt Trời là ngôi sao duy nhất mà ta có thể nghiên cứu chi tiết bề mặt của nó. Những ngôi sao khác ở quá xa để ta có thể làm được điều này. Bức ảnh dưới ánh sáng cực tím này do vệ tinh SOHO chụp ngày 8 tháng 1 năm 2002 cho thấy hoạt động của Mặt Trời: sự phun trào dữ dội vật chất trong vành nhật hoa Mặt Trời. Vành nhật hoa này trải dài hàng triệu kilômet bên ngoài bề mặt Mặt Trời và nóng hơn một triệu độ. Vật chất ion hóa (gồm electron và proton) bị phun dọc theo đường sức từ, đạt tới tốc độ hàng nghìn kilômet mỗi giờ. Mỗi một lần phun trào tống ra không gian hơn một tỉ tấn vật chất. Các đường sức từ xuất hiện ở bề mặt Mặt Trời xét cho cùng là do Mặt Trời không rắn, nên nó mất thời gian để tự quay ở các cực (là 35 ngày) nhiều hơn là ở xích đạo (là 25 ngày). Do sự khác biệt này mà các đường sức từ bên trong Mặt Trời bị xoắn lẫn lộn vào nhau. Rồi sau một thời gian nhất định chúng bị đứt và lộ ra ở bề mặt.



Vương miện của vị vua

Bức ảnh ở trang bên trái, chụp bằng kính thiên văn Mặt Trời đặt trên tàu Skylab năm 1973, cho thấy hiệu ứng của một đợt phun trào khổng lồ lên "vương miện" Mặt Trời (vùng màu tím xanh). Vành nhật hoa này nóng đến hàng triệu độ, trải dài trên hàng triệu kilomet bên ngoài bề mặt của Mặt Trời. Trong một hình chi tiết hơn về vành nhật hoa của Mặt Trời (hình dưới, bên phải) chụp bằng vệ tinh *Solar Maximum Mission (NASA)*, chuyên nghiên cứu Mặt Trời khi hoạt động ở mức cực đại, các màu khác thể hiện các vùng với mật độ khác nhau, màu tím xanh là vùng đặc nhất và màu vàng là vùng loãng nhất. Nhưng ngay cả trong các vùng đặc nhất, vành nhật hoa Mặt Trời lại gần như rỗng không. Bức ảnh phía trên bên phải, do một phi hành gia chụp từ phi thuyền *Apollo 16*, cho thấy hiệu ứng của gió Mặt Trời lên Trái Đất. Nó chiếu sáng một lớp mỏng khí hydro bao quanh Trái Đất, tạo ra một loại quầng sáng, chỉ thấy được dưới ánh sáng cực tím.



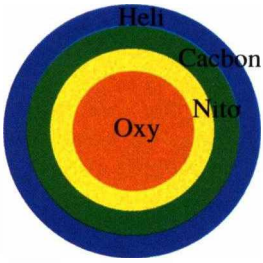
Thêm một cơ hội cho vũ trụ

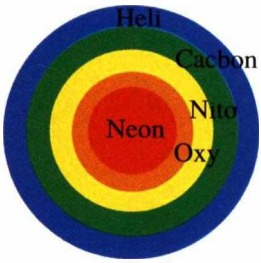
Khi tâm của sao cạn nguồn dự trữ hydro, nó sẽ chuyển hoá thành lõi heli. Áp lực do bức xạ giảm đi và lực hấp dẫn lại trở nên trội hơn. Ngôi sao co lại. Mật độ và nhiệt độ ở lõi heli và ở tầng hydro bao quanh tăng lên. Nhiệt độ của tầng này nhanh chóng vượt qua hàng chục triệu độ và hydro bắt đầu bị đốt cháy. Luồng năng lượng cực lớn được giải phóng do sự đốt cháy hydro làm ngôi sao phình ra quá mức, to gấp một trăm lần kích thước ban đầu của nó. Cùng lúc đó, màu của nó chuyển sang đỏ: nó trở thành một sao kềnh đỏ.

Nhưng nguồn dự trữ hydro ở tầng này rồi cũng sẽ cạn kiệt. Thiếu nhiên liệu nên lõi heli còn co lại hơn nữa. Cứ ba hạt nhân heli liên kết lại tạo thành một hạt nhân cacbon. Điều kì diệu này xảy ra được là vì khối lượng hạt nhân cacbon hơi nhẹ hơn khối lượng của cả ba hạt nhân heli cộng lại. Khối lượng dư ra được chuyển hóa thành bức xạ.

Vậy tại sao ngôi sao lại vượt qua được chướng ngại vật heli? Vì cần phải có một mật độ lớn và thời gian để kết hợp ba hạt nhân heli. Mà lượng thời gian như vậy trong một vũ trụ đang giãn nở thì không có đủ. Thời gian càng trôi đi thì vật chất càng bị loãng đi không gì cưỡng nổi; cơ hội để kết hợp như thế gần như là bằng không ở ngay phút thứ ba. Nhưng sao kềnh đỏ chẳng phải lo lắng về sự giãn nở và giảm mật độ. Nó có hàng tỉ năm để chuẩn bị cho sự gặp gỡ này. Sao đã cứu vũ trụ thoát khỏi sự vô sinh. Từ nay, nhờ có lò lửa trong các ngôi sao, vũ trụ đã

Các phản ứng nhiệt hạch xảy ra ở lõi của Mặt Trời trong một vùng rộng khoảng một phần tư bán kính Mặt Trời. Sau đó bức xạ sẽ phát tán lên các lớp trên đến tầm phần mười bán kính Mặt Trời. Cuối cùng, các chuyển động đối lưu đẩy nó lên bề mặt (sơ đồ trang bên phải, phía dưới). Để đi từ tâm đến bề mặt Mặt Trời, bức xạ phải mất 100.000 năm. Các ngôi sao cạn kiệt hydro ở tâm chuyển thành sao kềnh đỏ, như sao HD 65750 (ảnh tận cùng bên phải). Nó được bao quanh bởi khí và bụi, vì các lớp trên đã bị mất.





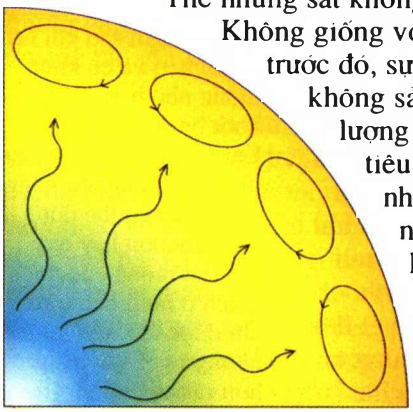
sản xuất ra các nguyên tố hoá học cần thiết cho sự sống.

Sắt cứng đầu

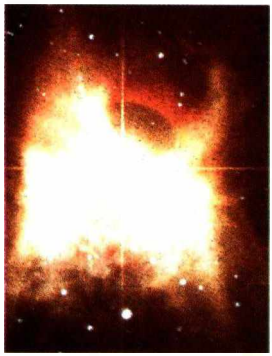
Ngôi sao tiếp tục thuật luyện kim đầy sáng tạo của nó, và hơn hai mươi nguyên tố hoá học mới được sinh ra trong vòng vài triệu năm. Khi nhiên liệu heli cạn kiệt, cacbon sẽ bị đốt cháy, để tạo ra oxy. Sau cacbon, đến lượt oxy bị đốt cháy. Và cứ tiếp tục như vậy sẽ sinh ra những nguyên tố phức tạp hơn như neon, magiê hay nhôm và lưu huỳnh.

Khi sắt xuất hiện, ngôi sao đã có các nguyên tố hoá học mà sau này sẽ tạo ra hơn 90% các nguyên tử của cơ thể chúng ta, và chính nó tạo ra tính đa dạng của sự sống. Chỉ với những viên gạch đơn giản là proton và nơtron, ngôi sao - người thợ nề - đã xây dựng lên những lâu đài chắc như sắt - một cấu trúc hạt nhân bao gồm 26 proton và 30 nơtron.

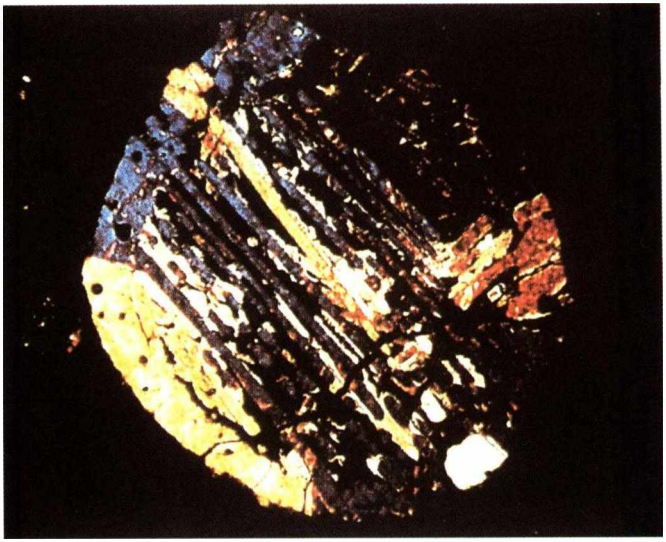
Thế nhưng sắt không phải là chất đốt. Không giống với những nguyên tố trước đó, sự tổng hợp của sắt không sản sinh ra năng lượng mà ngược lại, lại tiêu hao nó. Khi hết nhiên liệu, ngôi sao ngừng bức xạ. Lực hấp dẫn nén sao lại vì không được cân bằng bởi bức xạ. Sao co sập lại và chết.



Nhiệt độ của sao kềnh đỏ không đồng nhất: từ hàng tỉ độ ở tâm, chỉ còn vài nghìn độ ở bề mặt. Bởi vì hydro chỉ đốt cháy thành heli ở 10 triệu độ, rồi heli tự thiêu huỷ thành cacbon



ở 100 triệu độ v.v... chất đốt và những sản phẩm của sự đốt cháy thay đổi theo các lớp. Ngôi sao có cấu trúc kiểu "vỏ hành", khi càng ở xa lõi thì càng nghèo các nguyên tố nặng (sơ đồ trên đầu trang).

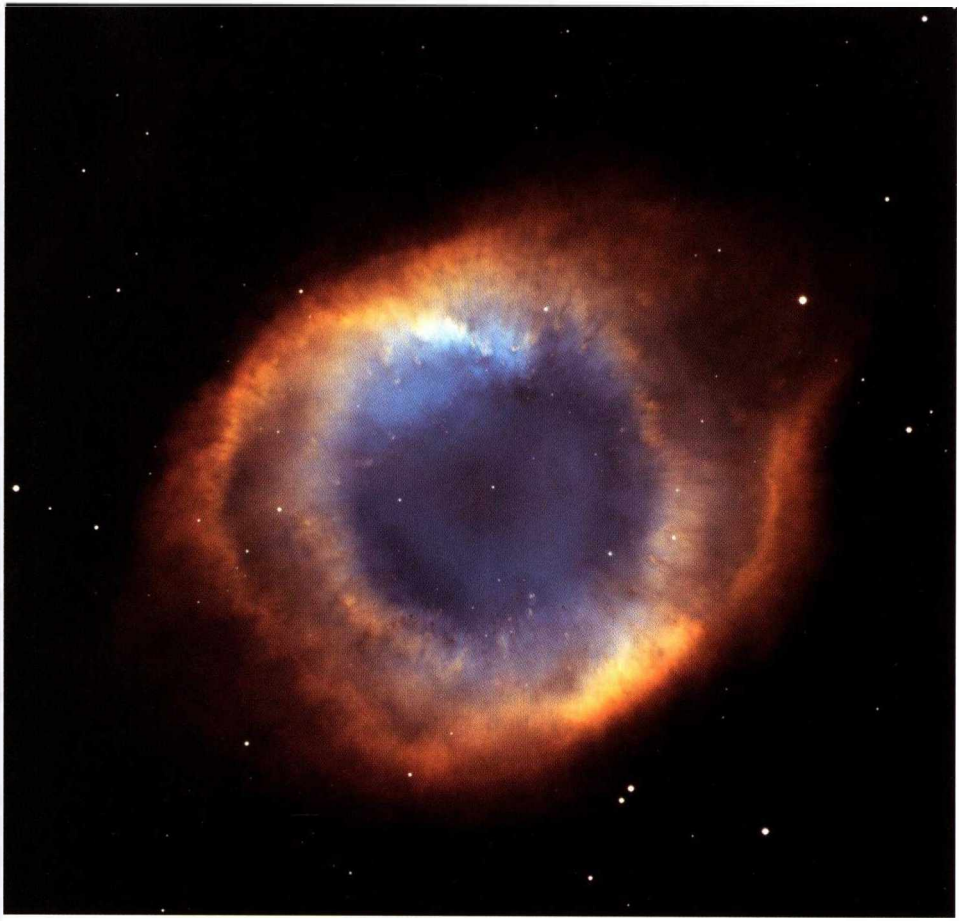


Sao lùn trắng và sao lùn đen

Các sao có thể gầy hoặc béo. Những ngôi sao gầy và nhỏ nhất có khối lượng chỉ bằng một phần mười khối lượng Mặt Trời. Ngược lại những ngôi sao béo và lớn nhất có khối lượng bằng hàng trăm Mặt Trời. Cái chết của một ngôi sao có thể êm dịu hay dữ dội tuỳ thuộc vào khối lượng của nó.

Vậy số phận của Mặt Trời sẽ ra sao? Trong năm tỉ năm nữa nó sẽ cạn kiệt nguồn dự trữ nhiên liệu. Lúc đó lực hấp dẫn nén nó lại bằng kích thước Trái Đất (có bán kính khoảng 6.000 km). Mặt Trời sẽ trở thành sao lùn. Nó nóng lên vì năng lượng của chuyển động co sập được chuyển thành nhiệt. Màu của nó ngả sang trắng, vì thế mà có tên "sao lùn trắng". Mật độ của một ngôi sao bị nén như thế là cực lớn: một thìa vật chất của sao lùn trắng nặng tới một tấn. Cùng lúc với lõi của nó co sập lại, sao bị tước đi các lớp vỏ bên ngoài. Được sao lùn trắng chiếu sáng, chúng sẽ sẽ tạo thành một vành đai khí có màu sặc sỡ đỏ, xanh và vàng được gọi là "tinh vân hành tinh" - tên gọi không chính xác bởi vì những tinh vân hành tinh chẳng có liên quan gì đến các hành tinh cả. Khi đó các hậu duệ của chúng ta sẽ không còn nguồn năng lượng nữa. Sẽ đến lúc

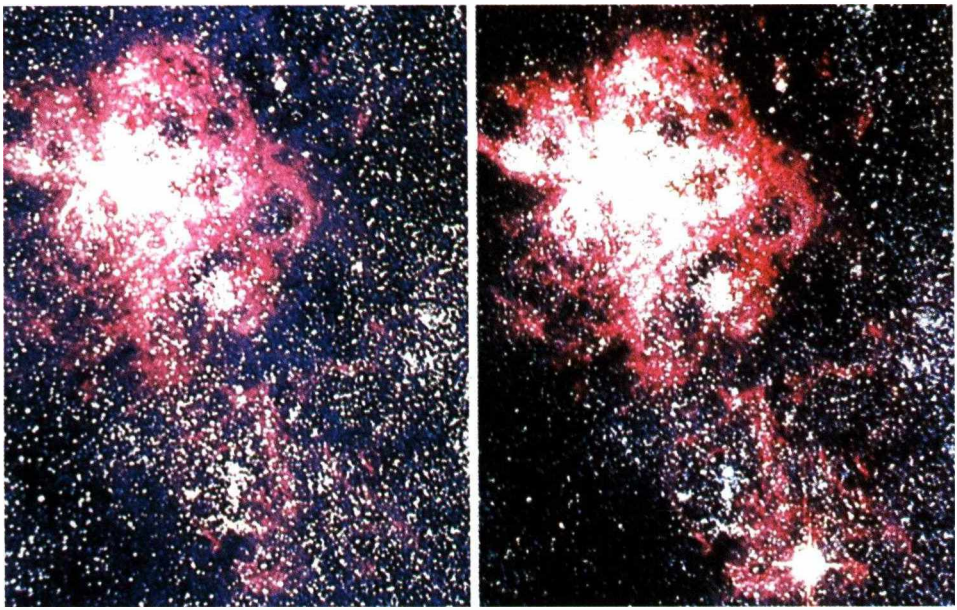
Sao lùn trắng đầu tiên được biết tên là sao Thiên Lang B, được đặt tên này vì nó là bạn đồng hành của ngôi sao sáng nhất bầu trời đêm, sao Thiên Lang A. Thực vậy, ngôi sao này sáng đến nỗi trong suốt một thời gian dài, sao Thiên Lang B chẳng hề được chú ý. Sau những cố gắng miệt mài, cuối cùng các nhà thiên văn cũng chụp ảnh được sao Thiên Lang B vào năm 1863. Họ phát hiện rằng tuy nó kém sáng đến 10.000 lần so với sao Thiên Lang A nhưng lại nóng ngang bằng (10.000 độ). Một ngôi sao có những tính chất như vậy hẳn là cực kì nhỏ, chỉ nhỏ như kích thước Trái Đất. Người ta gọi nó là sao lùn trắng. Trong những năm 1930, nhà vật lí thiên văn Subrahmanyan Chandrasekhar nhận ra rằng sao lùn trắng chính là kết quả của sự co sập lại một ngôi sao khi cạn nhiên liệu và có khối lượng nhỏ hơn 1,4 lần khối lượng Mặt Trời. Lõi của những ngôi sao nhẹ này không đủ nóng và đặc để có thể đốt cháy cacbon hay oxy. Sắt (lát mỏng của thiên thạch ở hình bên trái) chỉ được tạo ra ở lõi của những ngôi sao nặng hơn rất nhiều.



chúng phải đi tìm một Mặt Trời khác. Và có lẽ những cuộc thám hiểm vĩ đại thiên hà của chúng ta mà các tác giả khoa học viễn tưởng rất ưa thích sẽ bắt đầu...

Sao lùn trắng sẽ cần hàng tỉ năm để mất bớt sức nóng. Cuối cùng nó chuyển thành sao "lùn đen" không nhìn thấy được, và nhập vào tập hợp các xác sao nhiều vô kể rải khắp khoảng mênh mông giữa các thiên hà. Còn tinh vân hành tinh sẽ phân tán trong không gian, gieo ở đó những nguyên tố nặng tạo ra từ lò luyện sao. Cái chết nhẹ nhàng này dành cho các ngôi sao có khối lượng nhỏ hơn 1,4 lần khối lượng Mặt Trời.

Tinh vân hành tinh Helix (NGC 7293) cách Trái Đất 650 năm ánh sáng là vỏ bao của một ngôi sao chết có khối lượng tương tự như Mặt Trời. Tâm của ngôi sao chết bị co sập lại dưới tác động của lực hấp dẫn nên trở thành một sao lùn trắng: điểm sáng nhỏ nằm ở giữa tinh vân.



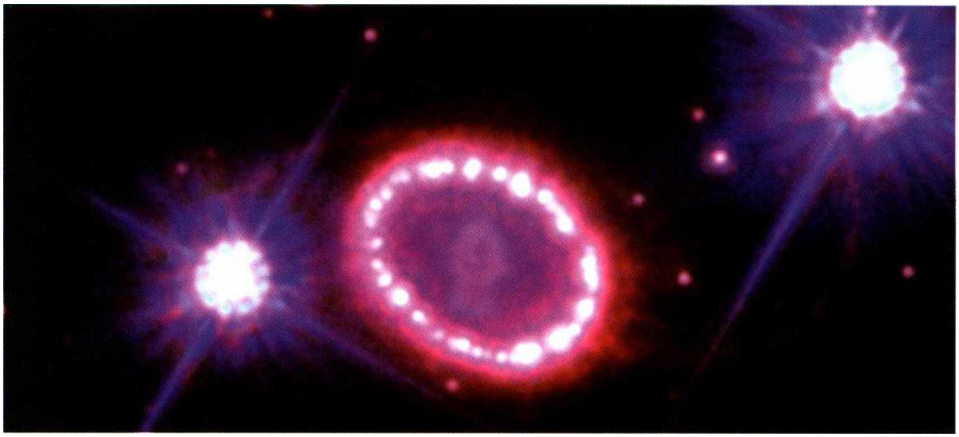
Cơn hấp hối bùng nổ của các sao siêu mới

Điều gì sẽ xảy ra với ngôi sao nặng hơn? Cơn hấp hối của nó sẽ dữ dội hơn rất nhiều. Nhưng số phận của nó còn tuỳ thuộc vào khối lượng lớn hơn hay nhỏ hơn khoảng 5 lần Mặt Trời.

Trước tiên, chúng ta sẽ xem kết cục của ngôi sao có khối lượng trong khoảng từ 1,4 đến 5 lần Mặt Trời. Khối lượng lớn của sao nén nó thêm, đến một bán kính cỡ 10 km. Mọi vật chất đều chuyển hoá thành nơtron: một thìa vật chất của sao nơtron nặng tới 1.000.000.000 tấn. Bạn sẽ đạt được mật độ phi thường này nếu bạn nén khối lượng của một trăm tháp Eiffel vào một thể tích chỉ bằng đầu bút bi.

Khi lõi co sập lại, một vụ nổ kinh hoàng xảy ra. Các lớp vỏ trên bị bắn vào không gian với vận tốc hàng nghìn kilômet trên giây. Vụ nổ đạt đến độ sáng bằng hàng tỉ Mặt Trời. Một điểm sáng xuất hiện trên bầu trời, sáng gần bằng cả một thiên hà. Đó là một "sao siêu mới". Trong một thiên hà, những cái chết bùng nổ như thế này xảy ra hầu như mỗi thế kỉ, hay mỗi giây nếu ta tính đến hàng trăm tỉ thiên hà trong vũ trụ. Con người từ khi bắt đầu ghi

Một ngôi sao mới xuất hiện trong Đám mây Magellan Lớn vào năm 1987 (phía dưới hình bên phải) báo hiệu cái chết bùng nổ của một ngôi sao nặng. Được mang tên sao siêu mới 1987 A, nó sáng đến nỗi (ở Nam bán cầu) trong suốt 6 tháng sau khi nó xuất hiện ta vẫn có thể nhìn thấy bằng mắt thường. Độ sáng của nó sau đó đã giảm nhưng các nhà thiên văn vẫn tiếp tục nghiên cứu cơn hấp hối của nó nhờ các kính thiên văn lớn. Vụ nổ xảy ra cách đây 150.000 năm, ở thời kì trước khi xuất hiện người Neanderthal, nhưng thông tin giờ mới đến được với chúng ta.



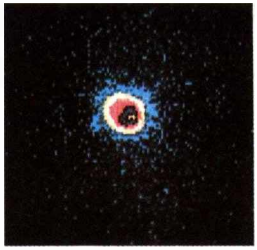
Ảnh bên trên cho thấy một vành vật chất có đường kính khoảng 1 năm ánh sáng bao quanh sao siêu mới 1987 A trong Đám mây Magellan Lớn. Nó được kính thiên văn Hubble chụp vào tháng 12 năm 2006, nghĩa là 19 năm sau khi ngôi sao nổ tung và chết. Khi ngôi sao này bùng nổ dữ dội, vật chất bao quanh bị phóng khỏi ngôi sao lại va chạm với vành đai vật chất bao quanh sao siêu mới. Cú va chạm này đốt nóng vành đai và khiến cho các vùng đặc nhất của nó sáng chói, trông như một chuỗi ngọc. Ngôi sao này được tạo bởi vật chất bị mất của ngôi sao là tiền thân của sao siêu mới, khi nó biến thành sao kềnh đỏ, vào 20.000 năm trước khi xảy ra vụ nổ.

lại các quan sát đã nhìn thấy khoảng mười sao siêu mới trong dải Ngân hà. Bạn chắc còn nhớ "ngôi sao mới" được Tycho Brahe quan sát năm 1576 trong chòm sao Thiên Hậu (Cassiopeia), đã làm ông nghi ngờ tính bất biến của bầu trời. Ngày nay phần còn lại của các ngôi sao siêu mới đó mang tên ông.

Ngày 23 tháng 2 năm 1987, một sao siêu mới ở một trong những thiên hà lùn - vệ tinh của dải Ngân hà - tức Đám mây Magellan Lớn, cách chúng ta 150.000 năm ánh sáng - đã làm chấn động giới thiên văn. Đây là lần đầu tiên cái chết của một ngôi sao ở gần được nghiên cứu với sự chính xác chưa từng có nhờ một kho các dụng cụ quan sát hiện đại: kính thiên văn lớn đặt trên mặt đất, các vệ tinh không gian, các bộ dò nơtrino, v.v...

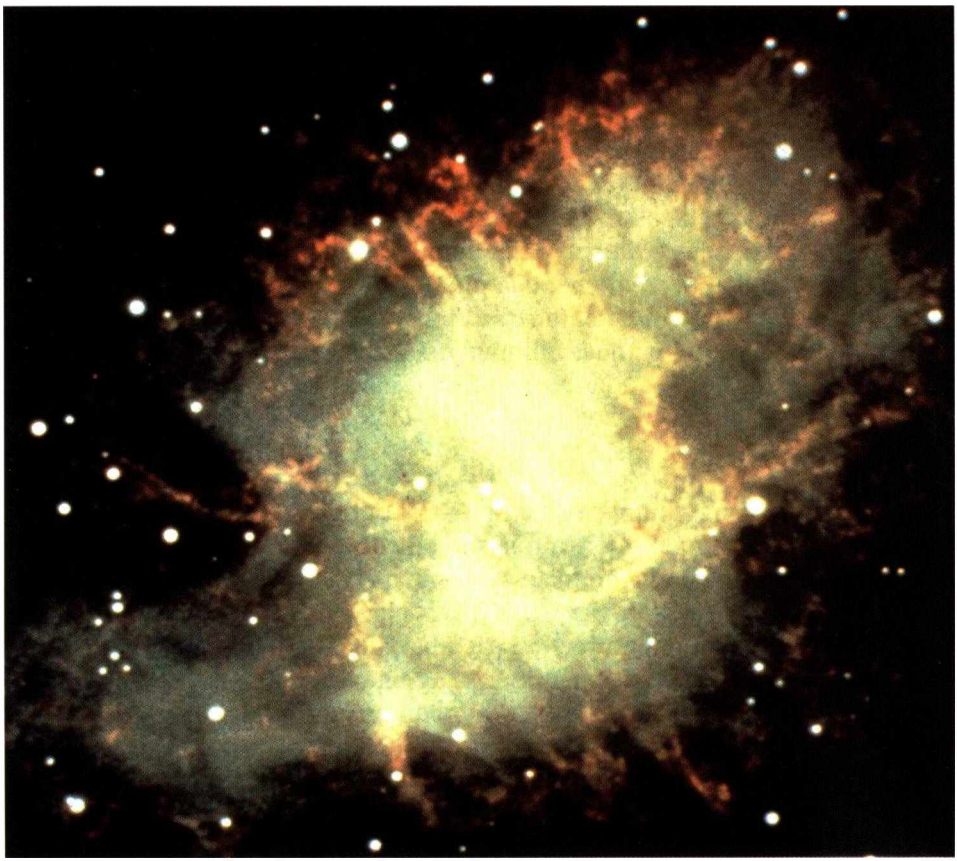
Tinh vân Con Cua (Crab), ngôi sao khách

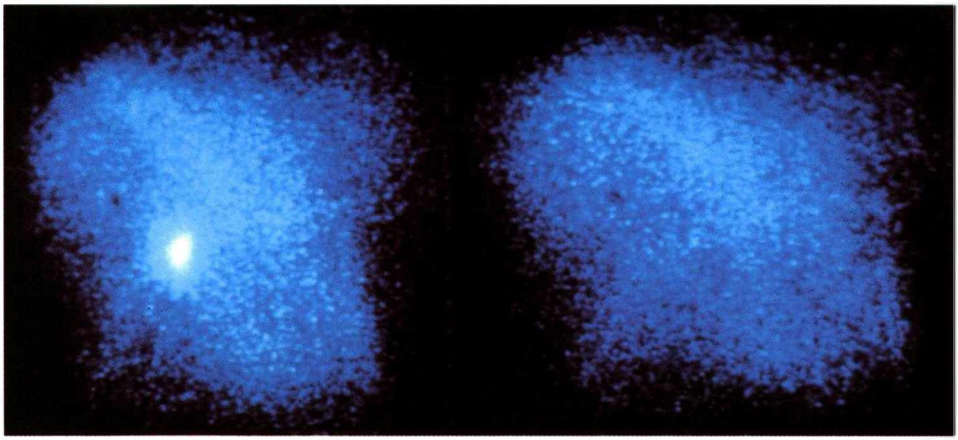
Nhưng một trong những sao siêu mới nổi tiếng nhất trong các biên niên thiên văn là sao có cội nguồn từ phần còn lại của một sao siêu mới mà ngày nay được gọi là "tinh vân Con Cua". "Ngôi sao khách" này - một cái tên rất hay do các nhà thiên văn Trung Hoa đặt cho nó - xuất hiện sáng ngày 4 tháng 7 năm 1054. Nó sáng đến nỗi vào ban ngày người ta cũng có thể nhìn thấy trong nhiều tuần liền. Tuy nhiên, nó chẳng được đề cập ở đâu trong các ghi chép thời kì đó ở phương Tây, một phương Tây "mù loà" vì tin vào tính bất biến theo Aristotle.



Sao nơtron Cygnus X-2 (hình bên), cách Trái Đất 3.000 năm ánh sáng, nhìn bằng tia X từ vệ tinh Rosat, quay quanh quỹ đạo của một ngôi sao bình thường. Số lượng lớn các bức xạ tia X phát ra do sự nóng lên của lớp vỏ rơi từ ngôi sao bình thường - không nhìn thấy được bằng tia X - về phía bề mặt của sao nơtron, bị hút bởi lực hấp dẫn cực lớn của nó.

Ngôi sao khách giờ đây không còn nhìn thấy được bằng mắt thường nữa. Với kính thiên văn, ta có thể thấy phần còn lại của sao siêu mới này, sáng yếu ớt và có hình con cua, cũng là nguồn gốc cái tên của nó. Nhưng điều làm cho nó nổi tiếng là vào năm 1967 người ta khám phá trong lòng nó có chứa một sao nơtron. Ngôi sao này "sáng và tắt" ba mươi lần mỗi giây, vì thế được gọi là "pulsar", viết tắt của từ tiếng Anh là "pulsating star", "sao xung động". Hiện tượng lạ lùng này là do hai nguyên nhân: sao nơtron không bức xạ trên toàn bộ



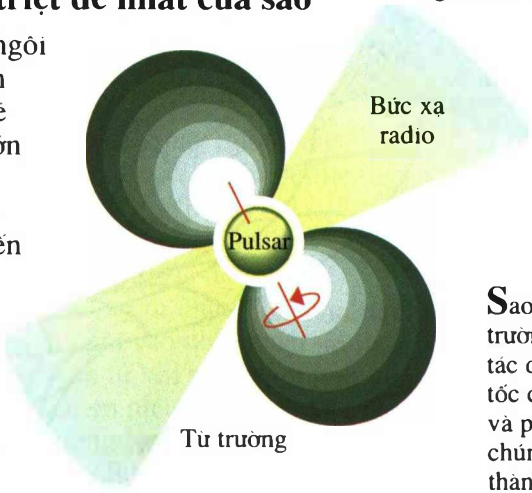


Ở tâm của tinh vân Con Cua (hình trang bên trái, phía dưới), phần còn lại của sao siêu mới là một ngôi sao nơtron nhấp nháy (hình bên trên chụp bằng tia X). Những sợi đỏ và vàng của tinh vân này chứa các sản phẩm của lò luyện sao lan truyền trong không gian với vận tốc hàng nghìn km/s.

bề mặt mà thành hai chùm hẹp, và nó quay rất nhanh quanh mình nó, vì cũng giống như một người trượt băng quay càng nhanh khi ép tay dọc cơ thể, một ngôi sao co sập quay nhanh hơn một ngôi sao bình thường, do đó ta có cảm giác nó "chiếu sáng" như ngọn đèn pha mỗi khi một trong những chùm sáng quét qua Trái Đất. *Pulsar* sẽ bị cạn dần nguồn dự trữ năng lượng tích trữ từ sự co sập lại, quay càng ngày càng chậm - cũng giống như con quay- và ngừng bức xạ trong nhiều triệu năm nữa. Cái xác sao này sẽ không còn được nhìn hay nghe thấy nữa.

Lỗ đen, cái chết triệt để nhất của sao

Số phận của một ngôi sao có khối lượng lớn hơn 5 lần Mặt Trời sẽ ra sao? Khối lượng lớn nên ngôi sao đã cạn nhiên liệu thành một vật có thể tích nhỏ đến mức mà trường hấp dẫn của nó cực lớn. Lực hấp dẫn làm gập không gian lại và ngăn không cho ánh sáng thoát ra.



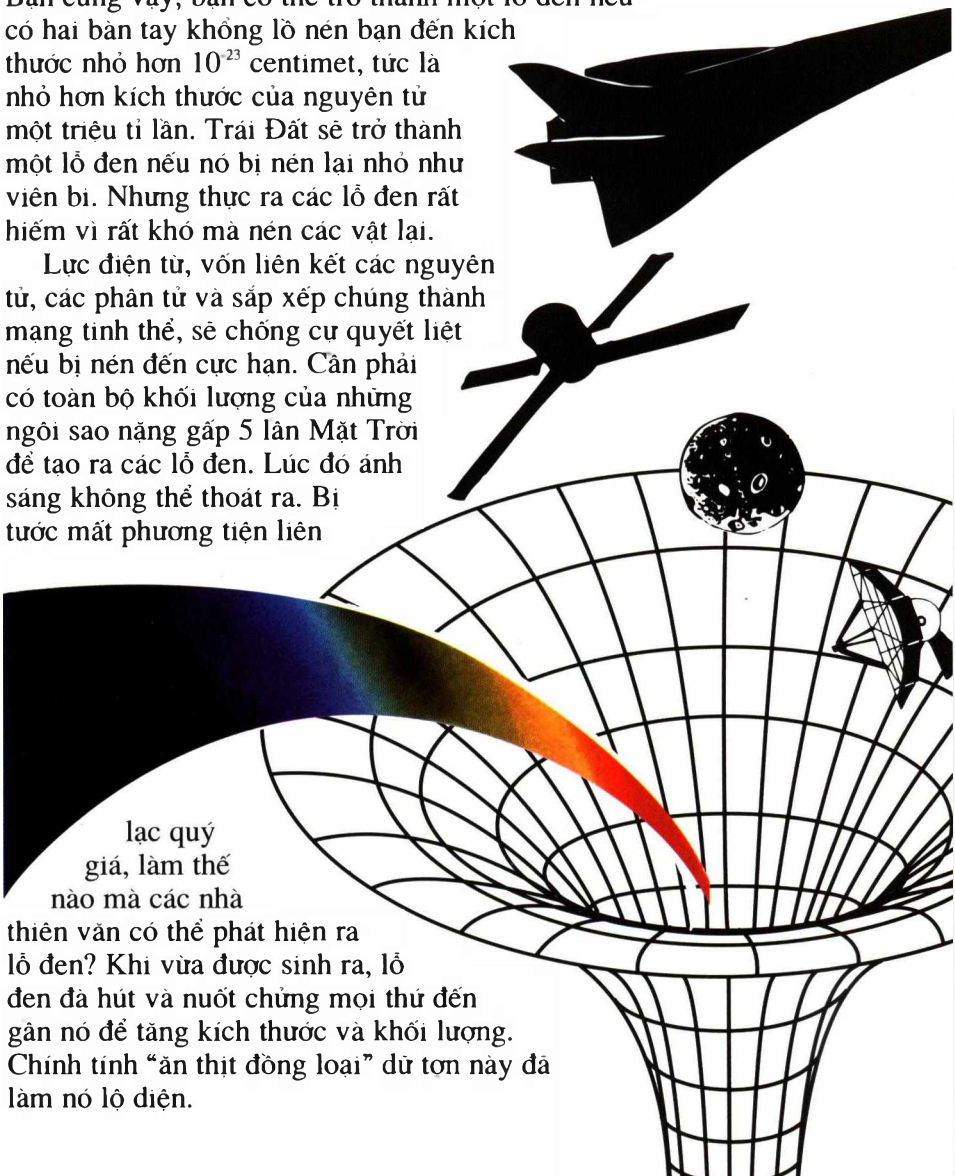
Sao nơtron với từ trường mạnh có tác dụng làm tăng tốc các electron và proton, làm chúng bức xạ thành hai chùm.

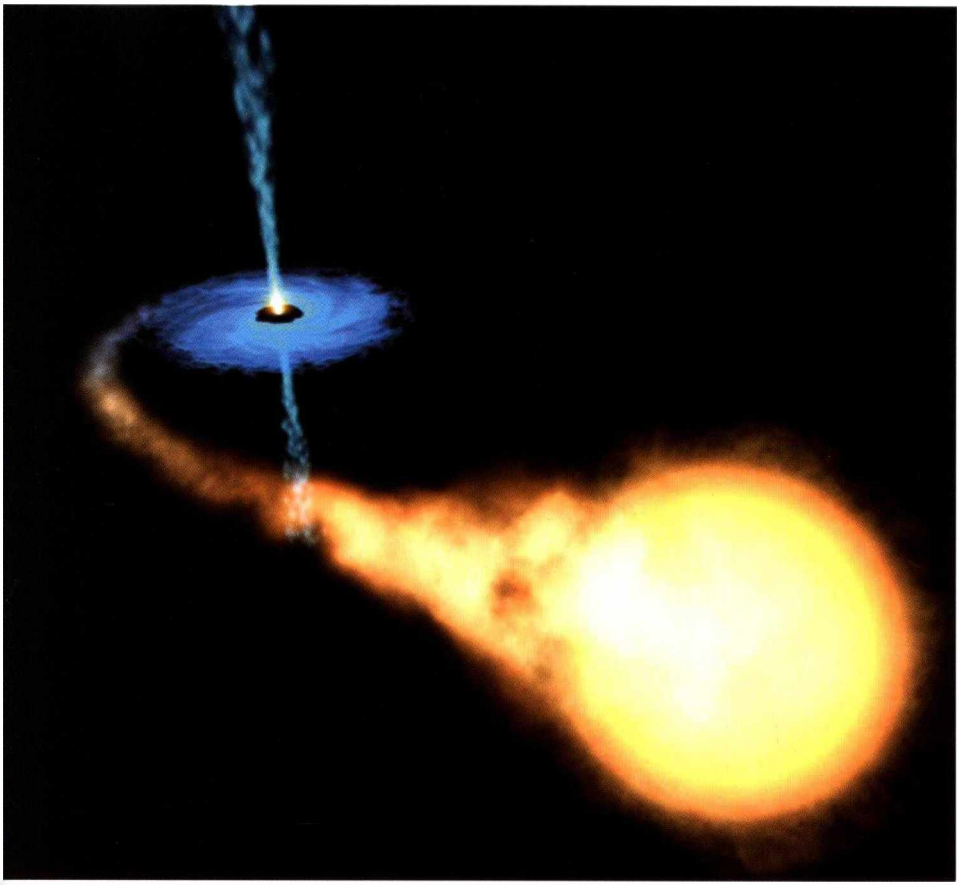
Ngôi sao trở thành một lỗ đen. Nếu ánh sáng không thể thoát ra khỏi lỗ đen, thì mọi vật chất rơi vào đều bị giữ lại ở đó. Cuộc du hành diễn ra chỉ theo một chiều duy nhất.

Về nguyên tắc, mọi vật đều có thể trở thành lỗ đen. Chỉ cần nén đến một kích thước nào đó để lực hấp dẫn mạnh đến nỗi có thể ngăn ánh sáng thoát ra. Bạn cũng vậy, bạn có thể trở thành một lỗ đen nếu có hai bàn tay khổng lồ nén bạn đến kích thước nhỏ hơn 10^{-23} centimet, tức là nhỏ hơn kích thước của nguyên tử một triệu tỉ lần. Trái Đất sẽ trở thành một lỗ đen nếu nó bị nén lại nhỏ như viên bi. Nhưng thực ra các lỗ đen rất hiếm vì rất khó mà nén các vật lại.

Lực điện từ, vốn liên kết các nguyên tử, các phân tử và sắp xếp chúng thành mạng tinh thể, sẽ chống cự quyết liệt nếu bị nén đến cực hạn. Cần phải có toàn bộ khối lượng của những ngôi sao nặng gấp 5 lần Mặt Trời để tạo ra các lỗ đen. Lúc đó ánh sáng không thể thoát ra. Bị tước mất phương tiện liên lạc quý giá, làm thế nào mà các nhà thiên văn có thể phát hiện ra lỗ đen? Khi vừa được sinh ra, lỗ đen đã hút và nuốt chửng mọi thứ đến gần nó để tăng kích thước và khối lượng. Chính tính "ăn thịt đồng loại" dữ tợn này đã làm nó lộ diện.

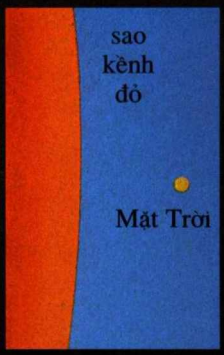
Xa lỗ đen là không gian "phẳng", có nghĩa là không cong. Trong lỗ đen, trường hấp dẫn mạnh đến mức làm độ cong không gian trở nên lớn vô hạn (sơ đồ bên trái).





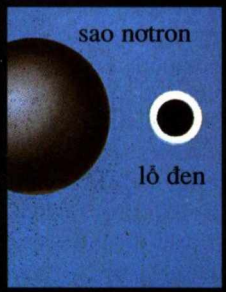
Nhiều ngôi sao nặng sống thành cặp, quay quanh nhau. Nếu một ngôi sao co sập thành lỗ đen, ngôi sao còn lại vẫn tiếp tục quay quanh người bạn đồng hành không nhìn thấy được, như không hề có gì xảy ra. Trường hấp dẫn chi phối chuyển động của ngôi sao nhìn thấy được chỉ phụ thuộc vào tổng khối lượng của cặp sao này mà khối lượng ấy thì không thay đổi. Trường hấp dẫn mạnh của lỗ đen sẽ gây ra những tổn thất: nó hút khí quyển của ngôi sao nhìn thấy được về phía nó. Các nguyên tử khí rơi cực nhanh về phía lỗ đen, va chạm nhau dữ dội, làm nóng vật chất và phát ra lượng lớn tia X trước khi biến mất hoàn toàn trong bụng con quái vật.

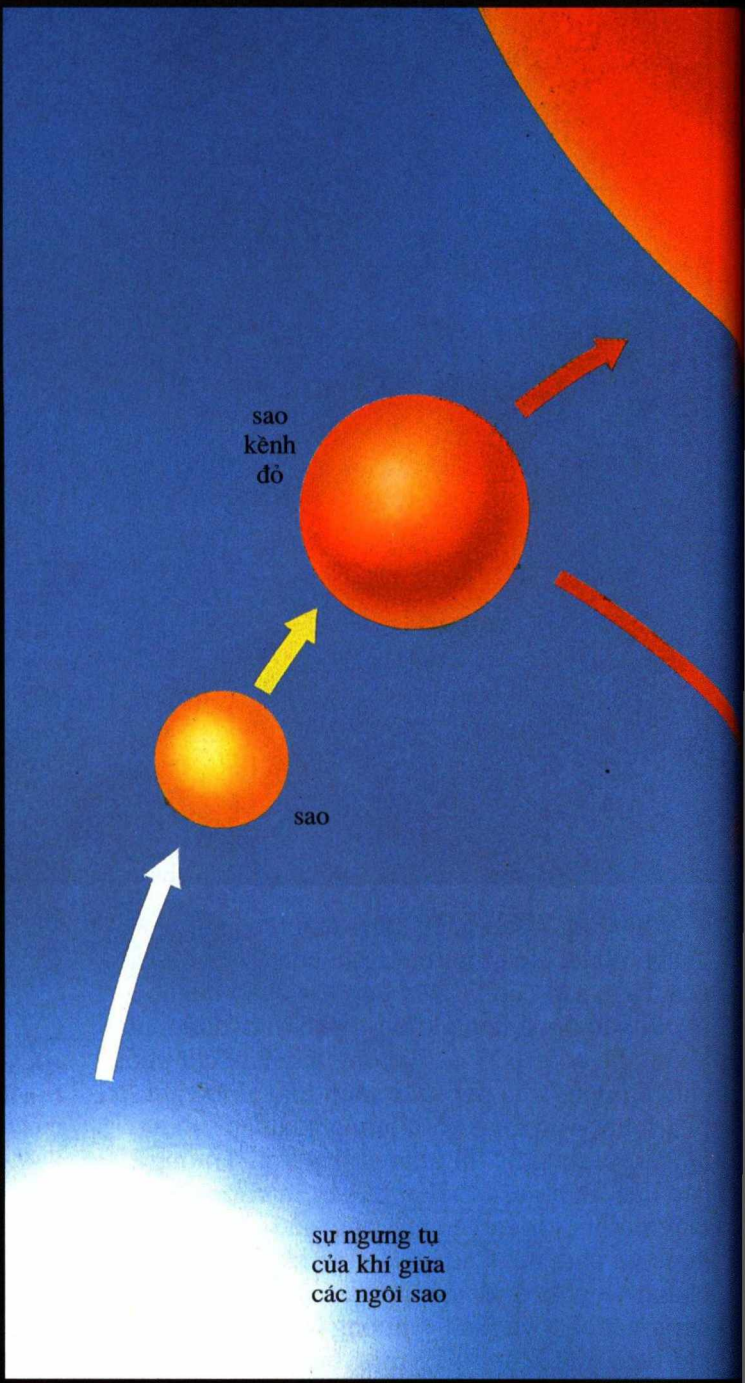
Một trong những lỗ đen nổi tiếng nhất tên là Thiên Nga X-1, trong chòm sao Thiên Nga (hình trên). Có khối lượng khoảng bằng 10 lần Mặt Trời, nó là người bạn đồng hành vô hình của một ngôi sao nặng và quay theo quỹ đạo quanh ngôi sao ấy. Nhờ lực hấp dẫn, nó kéo khí của ngôi sao nhìn thấy được, trong khi rơi vào trong miệng của nó, khí này bị đốt nóng và phát ra tia X, nó có dạng đĩa và hai tia vật chất vuông góc.

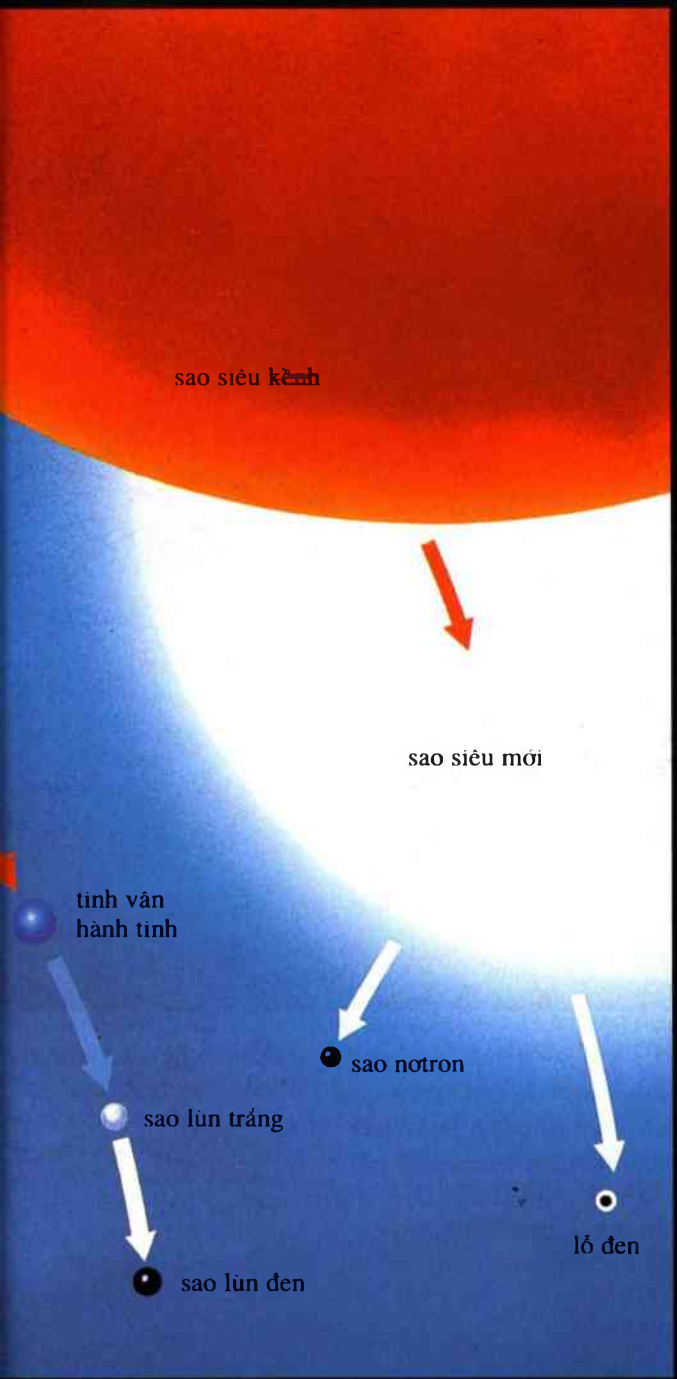

sao
kềnh
đỏ
Mặt Trời

Mặt Trời
sao
lùn
trắng

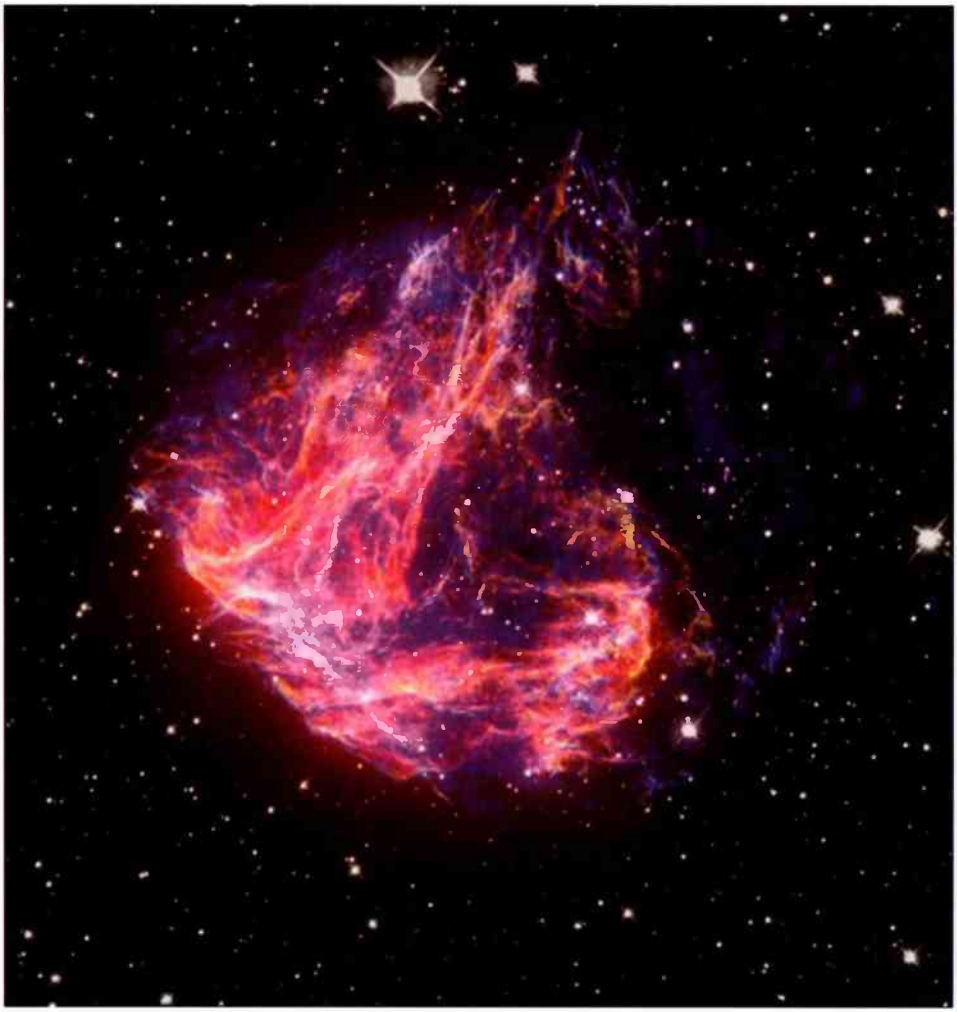
sao
lùn
trắng
sao
nơtron


sao nơtron
lỗ đen


sao
kềnh
đỏ
sao
sự ngưng tụ
của khí giữa
các ngôi sao



Số phận của một ngôi sao phụ thuộc vào khả năng chống cự lại tác dụng nén của lực hấp dẫn làm mọi thứ co sập lại. Khi sao vẫn còn "nhiên liệu", chính lực bức xạ sinh ra từ các phản ứng hạt nhân ở lõi đã chống lại lực hấp dẫn. Nhưng khi hết "nhiên liệu", lực hấp dẫn thắng thế và ngôi sao bị co sập lại. Đối với một ngôi sao có khối lượng nhỏ hơn 1,4 lần khối lượng Mặt Trời thì các electron không để bị nén quá mức và hãm sự co sập lại của sao ở bán kính 6.000 km. Chính chúng tạo nên độ cứng của sao lùn trắng. Đối với một ngôi sao nặng từ 1,4 đến 5 lần khối lượng Mặt Trời thì khối lượng lớn làm chúng bị co sập nhanh hơn, làm các electron xoay xở không kịp. Lúc này các nơtron phải tổ chức chống lại. Chúng cũng không chịu để bị nén quá mức. Chúng làm sao nơtron dừng co sập ở bán kính 10 km. Nếu ngôi sao nặng hơn 5 lần khối lượng Mặt Trời thì cả electron và nơtron đều không kháng cự nổi lực hấp dẫn. Sao co sập lại thành lỗ đen.

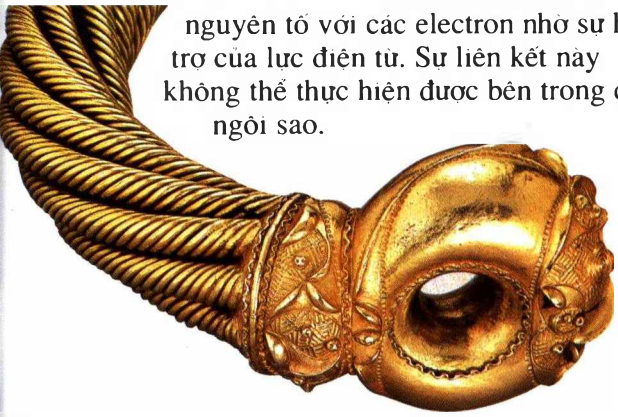


Những lợi ích của sao siêu mới

Cùng giống trong trường hợp của sao nơtron, sự ra đời của lỗ đen cũng kéo theo sự bùng nổ mạnh mẽ của sao siêu mới. Chắc chắn là sao này đã giúp sản sinh ra hạt nhân của những nguyên tố phức tạp hơn heli, nhưng toàn bộ lò luyện hạt nhân kì diệu này sẽ vô dụng nếu các sản phẩm mà chúng tạo nên không được giải phóng khỏi các ngôi sao. Bởi lẽ bước tiếp của tiến trình phức tạp hơn chính là tạo ra các nguyên tử, tức là liên kết các hạt nhân của các

N49 (hình trên), trong Đám mây Magellan Lớn, là một tập hợp các sợi khí tạo nên phần còn lại của một sao siêu mới. Ở tâm của nó có một *pulsar* cứ 8 giây lại quay quanh mình được một vòng.

nguyên tố với các electron nhờ sự hỗ trợ của lực điện từ. Sự liên kết này không thể thực hiện được bên trong các ngôi sao.



Sức nóng khủng khiếp ở đó ném các nguyên tử và đập vào nhau và làm chúng vỡ tan ngay khi vừa mới hình thành. Cần phải có một nơi lạnh hơn và yên bình hơn để sinh ra các nguyên tử. Với nhiệt độ thay đổi từ lạnh băng -100 độ đến nóng như nung ở 10.000 độ, môi trường giữa các vì sao là nơi lí tưởng.

Nhưng làm thế nào mà các sản phẩm của lò luyện sao có thể thoát ra khỏi các ngôi sao? Sao siêu mới nổ tung. Khi đó môi trường giữa các vì sao được gieo các hạt nhân nguyên tố nặng, hạt giống của các hành tinh mang sự sống tương lai. Lò luyện hạt nhân ở trong lòng các vì sao dừng lại khi gặp sắt, vì thiếu năng lượng. Trong khi các sao siêu mới lại thừa thải nguồn năng lượng này, và thế là các phản ứng hạt nhân lại bùng phát. Tiếp theo xuất hiện một loạt các nguyên tố nặng hơn sắt như bạc, vàng, chì và cả urani nữa.

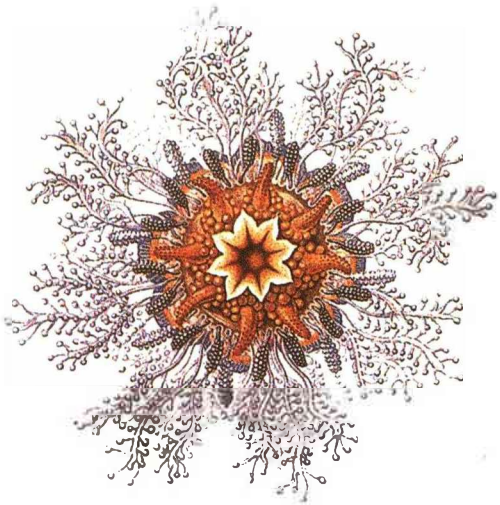
Sao siêu mới cũng là nguyên nhân gây ra các đột biến gien xảy ra từ các tế bào khởi thuỷ cho đến chúng ta ngày nay. Nó tung các đám electron và proton vào không gian giữa các vì sao, rồi một hôm, một trong số đó đã đến được Trái Đất, mà các nhà vật lí gọi là "tia vũ trụ", và nó làm biến đổi các gien.

Các hạt nhân của nguyên tử vàng tạo nên cái vòng cổ của người Celt này (hình trên) ra đời cách đây hơn 4,6 tỉ năm, từ các vật chất bùng nổ của một ngôi sao nặng, trong một lò luyện hạt nhân khủng khiếp. Trái lại, các nguyên tử sắt tạo nên chiếc đục của người La Mã ở thế kỉ I này (hình dưới) ra đời khi ngôi sao còn sống, tại lõi sao nóng tới hàng tỉ độ. Khi ngôi sao này chết một cách dữ dội, chúng được phóng vào không gian giữa các vì sao và đến được với Trái Đất. Trong số tất cả các nguyên tố hóa học tạo nên thế giới, chỉ có các nguyên tố nhẹ (hydro, heli, lithi, deuteri) là được sinh ra từ khi xảy ra Big Bang, trong ba phút đầu tiên của vũ trụ. Còn tất cả các nguyên tố khác đều xuất hiện nhờ sự tổng hợp hạt nhân trong lòng các ngôi sao hoặc trong các sao siêu mới. Chính bản thân chúng ta cũng hoàn toàn được tạo ra từ bụi của các ngôi sao và cùng chia sẻ phả hệ vũ trụ như mọi sinh vật khác.

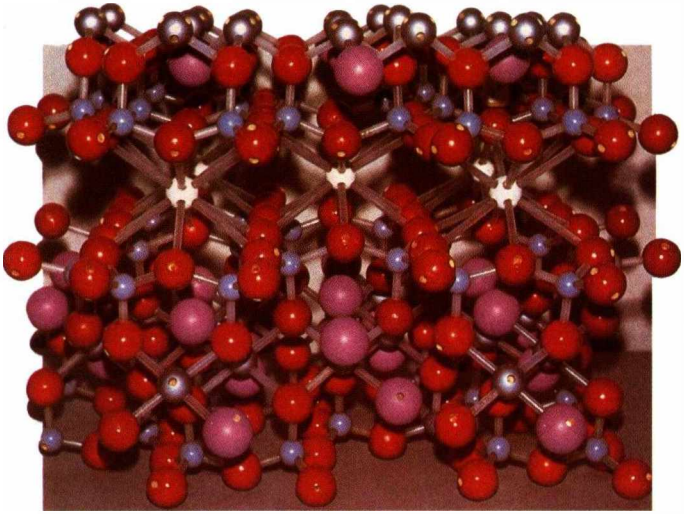
Trên hành tinh xanh, tạo hóa chơi trò được thua với sự sống. Trong nghìn lẻ một loài động thực vật quần cư tại đây, con người, tuy có khả năng biết kinh ngạc trước vẻ đẹp và sự hài hòa của vũ trụ, nhưng hiện nay đang đứng trước nguy cơ mất cân bằng sinh thái của sinh quyển. Mong rằng con người chăm lo chu đáo cho hành tinh của mình... bởi lẽ một nơi cư trú khác trong vũ trụ bao la khó mà tìm thấy được...

CHƯƠNG 5

HÀNH TINH ĐƯỢC TẠO RA



Ban đầu, dung nham nóng sáng bao phủ khắp Trái Đất, giống loại dung nham phun trào từ núi lửa Kilauea ở Hawaii ngoài Thái Bình Dương (ảnh bên trái). Tổ tiên của sinh vật khởi thuỷ này được gọi là sứa ống, có từ khoảng 500 triệu năm trước, tức là hơn 3 tỉ năm sau khi cuộc sống xuất hiện trên Trái Đất.

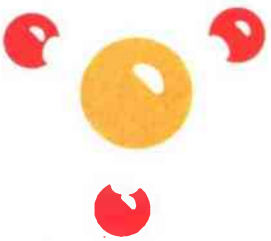


Các phân tử trong không gian

Nhờ vào lò luyện đầy sáng tạo trong các ngôi sao nặng mà ngày nay vũ trụ có những hạt nhân của các nguyên tố nặng, nằm rải rác giữa các ngôi sao nhờ lực nổ của các sao siêu mới. Bước tiếp theo là kết hợp các hạt nhân để tạo ra nguyên tử và phân tử. Nhưng làm thế nào để tạo điều kiện cho sự gặp gỡ của các hạt nhân này? Mây giữa những ngôi sao thường quá loãng để có thể là nơi gặp gỡ. Vị cứu tinh ở đây là bụi giữa các vì sao, được sinh ra trong lớp vỏ của các sao kềnh đỏ và bị phóng vào không gian do bức xạ mạnh của chính sao kềnh đỏ này. Những hạt bụi này, tuy là những hạt rất nhỏ khoảng mười phần nghìn milimet nhưng lại là khổng lồ ở thang nguyên tử.

Nó là kết quả của trò liên kết hàng tỉ nguyên tử silic, oxy, magiê và sắt xếp thành mạng cứng nhờ lực điện từ, và tạo thành một lõi cứng được phủ một lớp băng mỏng.

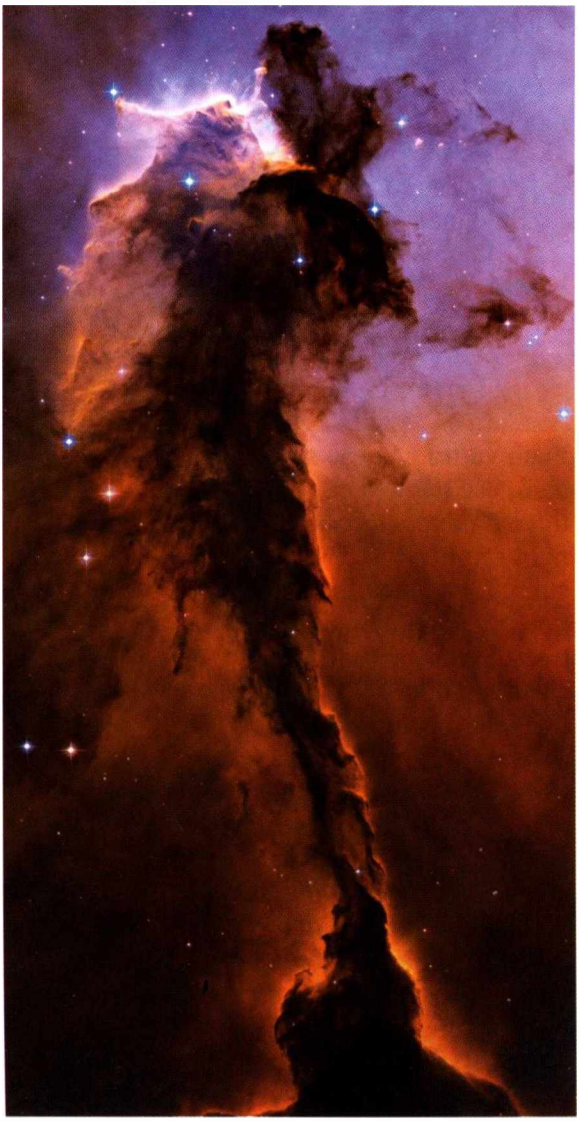
Môi trường giữa các vì sao không hề trống rỗng mà gồm có hai thành phần liên kết chặt chẽ với nhau là khí và bụi. Các hạt bụi giữa những vì sao (cấu tạo hoá học ở hình bên) là những thể rắn đầu tiên của vũ trụ. Bụi giữa các vì sao đóng vai trò quan trọng trong trong cái cách mà ta nhận thức về các thiên thể. Bụi hấp thu ánh sáng của các ngôi sao (nhất là ánh sáng X, tia cực tím và ánh sáng nhìn thấy được), tránh không cho chúng làm hại mắt ta. Những hạt bụi cũng đóng vai trò quyết định



trong việc tạo thành phân tử giữa các vì sao, vì vừa tạo cho chúng một môi trường thuận lợi để liên kết các nguyên tử thành phân tử, vừa như một chiếc áo giáp bảo vệ các phân tử khỏi tia cực tím và các tia vũ trụ nguy hiểm khác. Các phân tử nước (hình bên trái), metal (hình ở giữa) và amoniac (hình bên trên) được tạo ra trong không gian, Trái Đất chỉ giữ lại phân tử nước.

Trên bề mặt các hạt bụi này, mảnh đất màu mỡ cho các cuộc gặp gỡ, hạt nhân của các nguyên tố nặng tạo ra trong lõi sao sẽ được nhân lên từ sự ghép đôi và tổ hợp. Một lần nữa, lực điện từ lại đóng vai trò gắn kết. Các phân tử bao gồm 2, 3, 4 và lên đến 12 nguyên tử đột sinh giữa các vì sao. Các phân tử dồi dào nhất là hydro (H_2), cacbon monoxit (CO) cũng như nước (H_2O) đóng vai trò nền tảng trong việc tạo ra sự sống và làm nên màu sắc cho hành tinh xanh của chúng ta. Sau đó là các phân tử metal (CH_4) và amoniac (NH_3) mà sau này chúng chính là nguyên nhân của sự bốc khí độc trong khí quyển nguyên thuỷ của Trái Đất. Các nhà thiên văn vô tuyến đã phát hiện ra gần một trăm năm mươi loại phân tử khác nhau trong môi trường giữa các vì sao. Tất cả các phân tử này dường như đặc biệt yêu thích bộ tứ các nguyên tử: hydro (H), các bon (C), nitơ (N) và oxy (O). Bốn nguyên tố này chiếm hơn 99% trong các cơ thể sống. Tất nhiên, các phân tử ở giữa các vì sao này còn lâu mới có tính xoắn kép của ADN.

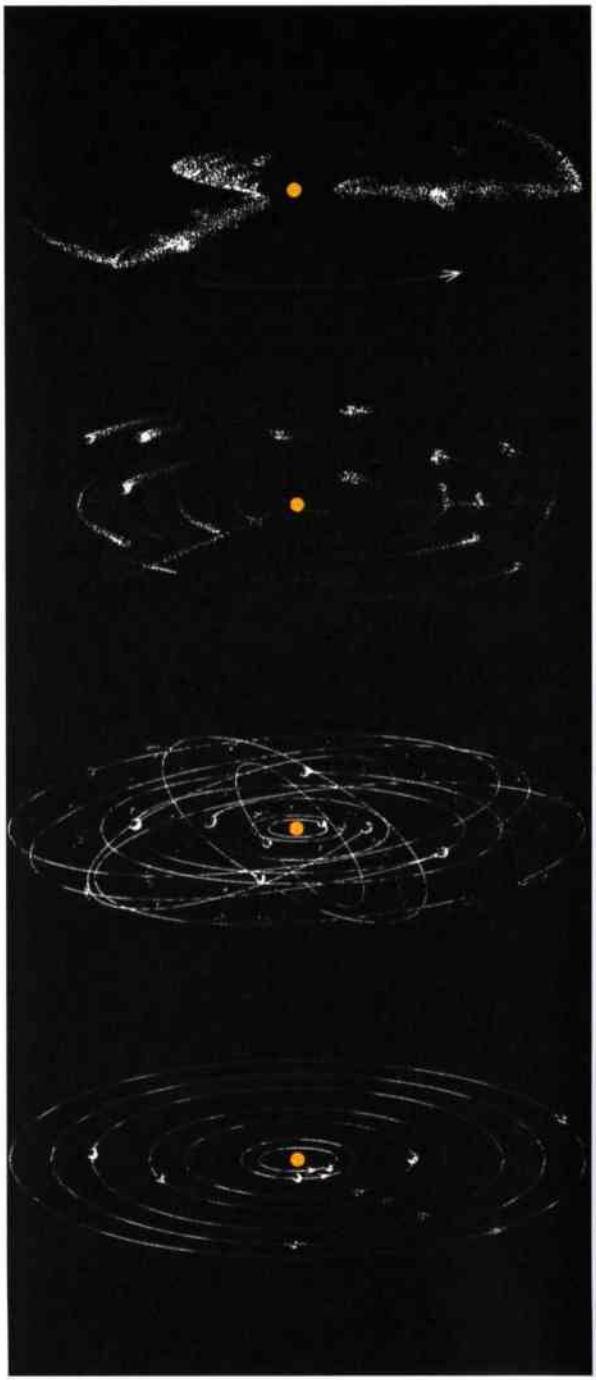
Người ta đã khám phá ra trong vườn ươm sao Đại bàng (M16) (ảnh bên dưới) có những phân tử được hình thành nhờ vào những đám mây bụi (vùng sẫm màu).

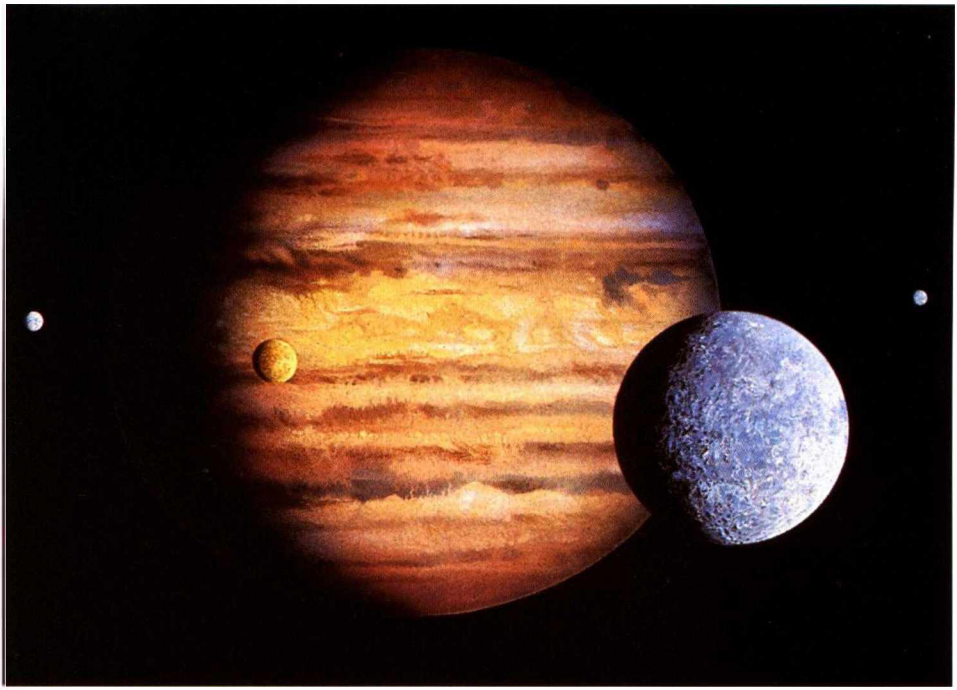


Sự ra đời của Hệ Mặt Trời

Làm thế nào để xây dựng các cấu trúc, không phải với hàng chục mà hàng nghìn, thậm chí hàng triệu nguyên tử? Cần phải tìm được một môi trường gặp gỡ thuận lợi hơn là môi trường giữa các vì sao, một cái nôi hiếu khách hơn để tạo ra sự sống. Và tự nhiên đã tạo ra hành tinh.

Hãy quan sát thật gần sự ra đời của một hành tinh gần gũi với chúng ta, Trái Đất, được sinh ra cách đây 4,55 tỉ năm. Vũ trụ không ngừng giãn nở, tiếp tục loãng ra và nguội đi. Tấm thảm vũ trụ của các siêu đám, các đám và các cụm thiên hà được dệt nên. Các ngôi sao tiếp tục chu kì sinh tử, và nhiều thế hệ tiếp nối nhau, làm cho môi trường giữa các vì sao của các thiên hà trở nên giàu nguyên tố nặng. Giữa hàng trăm tỉ thiên hà trong vũ trụ, có một thiên hà mang tên Ngân Hà. Trong một góc nhỏ khiêm tốn của Ngân Hà, ở khoảng giữa nửa khoảng cách từ tâm đến mép Ngân Hà, có một đám mây giữa các vì sao co sập lại, làm tăng nhiệt độ lõi lên tới 10.000.000 độ và khởi phát sự đốt cháy hạt

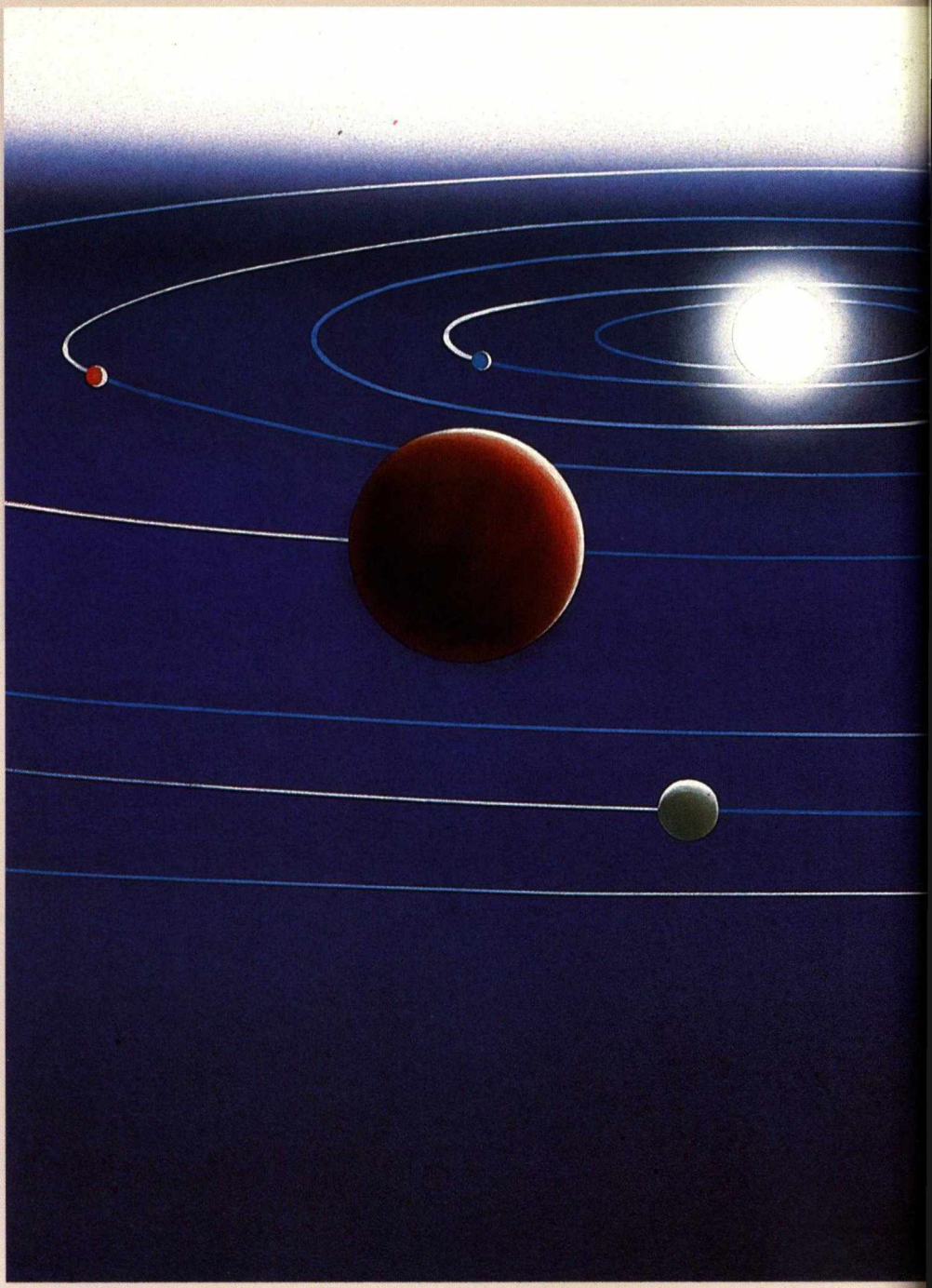


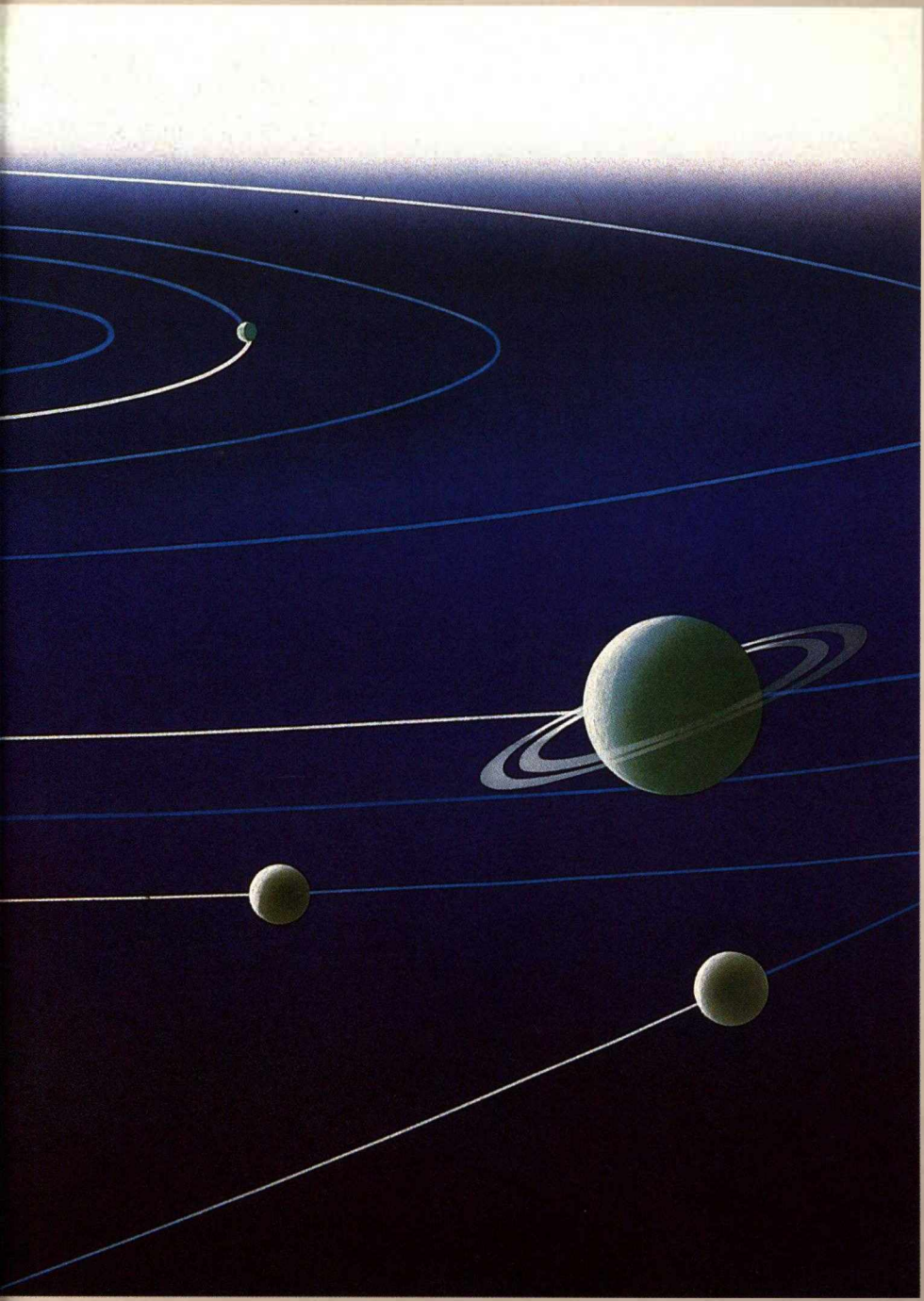


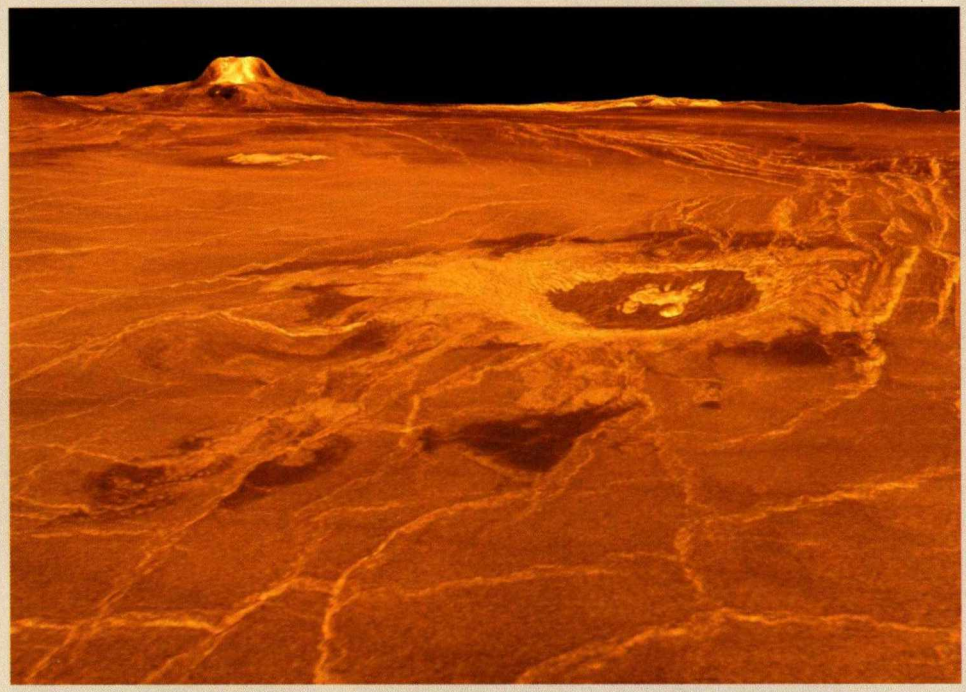
nhân hydro. Đám mây khí phát sáng và trở thành sao. Mặt Trời được sinh ra.

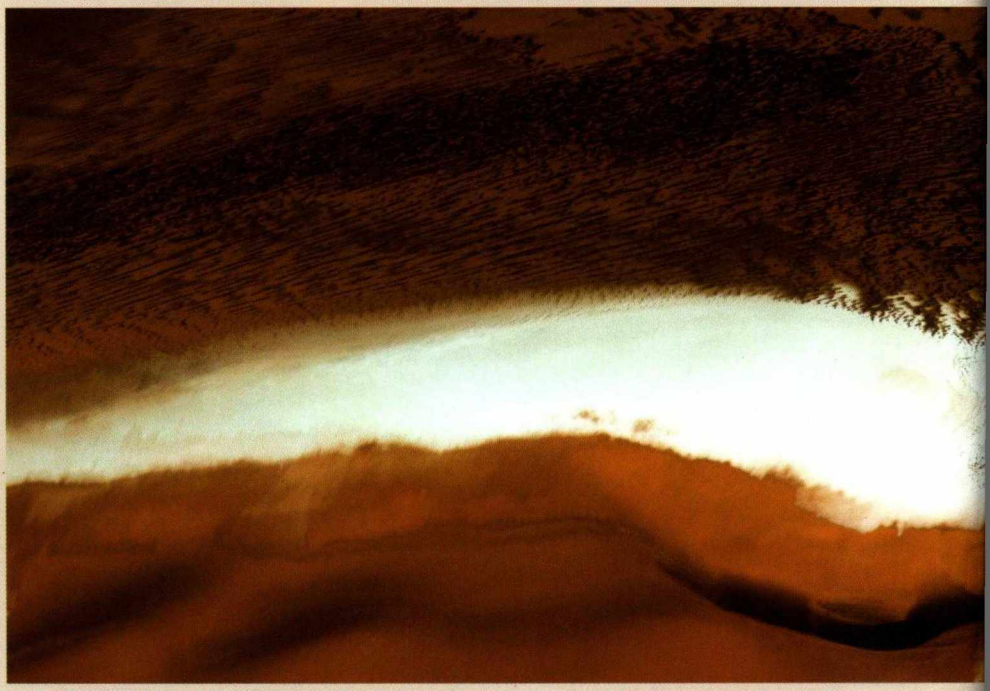
Vào thời điểm co lại, các hạt bụi thoát ra khỏi đám mây khí. Chúng quay quanh Mặt Trời, tạo thành những vành đai xinh xắn, giống như những vòng trang điểm cho Thổ Tinh ngày nay. Ở giữa các vành đai này, một số hạt bụi nặng bắt đầu thu nạp những hạt khác nhờ có lực hấp dẫn mạnh hơn. Khối lượng và lực hấp dẫn của nó tăng lên, nhịp độ thu nạp cũng tăng theo, và không lâu sau đó gần như toàn bộ vật chất của những chiếc vòng đó sớm tập trung ở chín vật thể được nhào nặn thành hình cầu nhờ lực hấp dẫn: đó là các hành tinh. Quanh mỗi hành tinh (trừ Thuỷ Tinh và Kim Tinh) đều có một loạt các khối khí nén nhỏ, đó là các vệ tinh (mặt trăng). Trái Đất có Mặt Trăng của riêng mình trong khi Mộc Tinh và Thổ Tinh lại ngự ở giữa hơn chục vệ tinh. Hệ Mặt Trời được sinh ra.

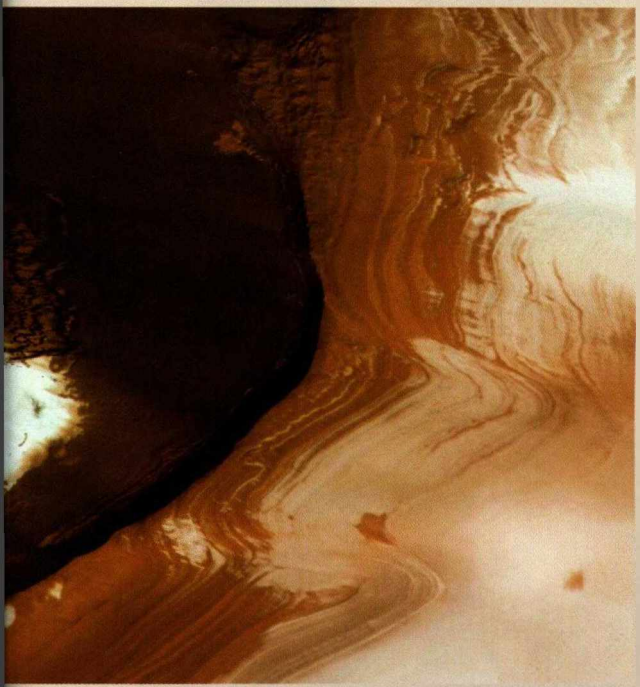
Sự tạo thành các hành tinh của Hệ Mặt Trời được miêu tả trong sơ đồ bên trái và hình ảnh các hành tinh ở trang sau. Chúng được chia thành hai loại. Gần Mặt Trời là các hành tinh đá - Thuỷ Tinh, Kim Tinh, Trái Đất và Hoả Tinh: chiếm một khối lượng tương đối nhỏ, với một nền đất lớn nhồn đầy đá gồm các nguyên tố nặng, có ít hoặc không có khí quyển. Xa hơn là các hành tinh khổng lồ - Mộc Tinh (hình bên trên), Thổ Tinh, Thiên Vương Tinh và Hải Vương Tinh: chiếm khối lượng lớn, không có bề mặt cứng, khí quyển dày và được tạo nên chủ yếu từ những nguyên tố nhẹ như hydro và heli.







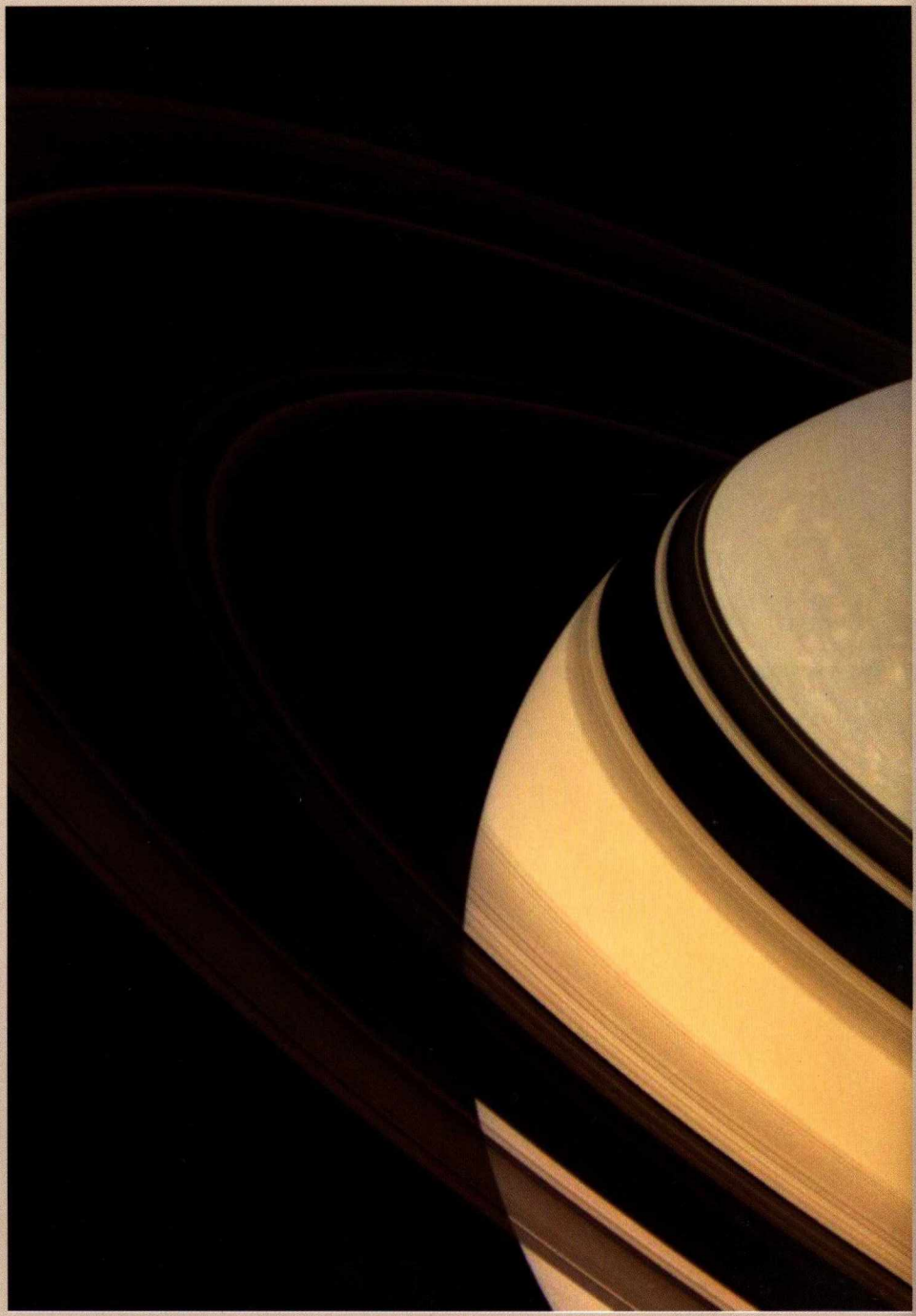


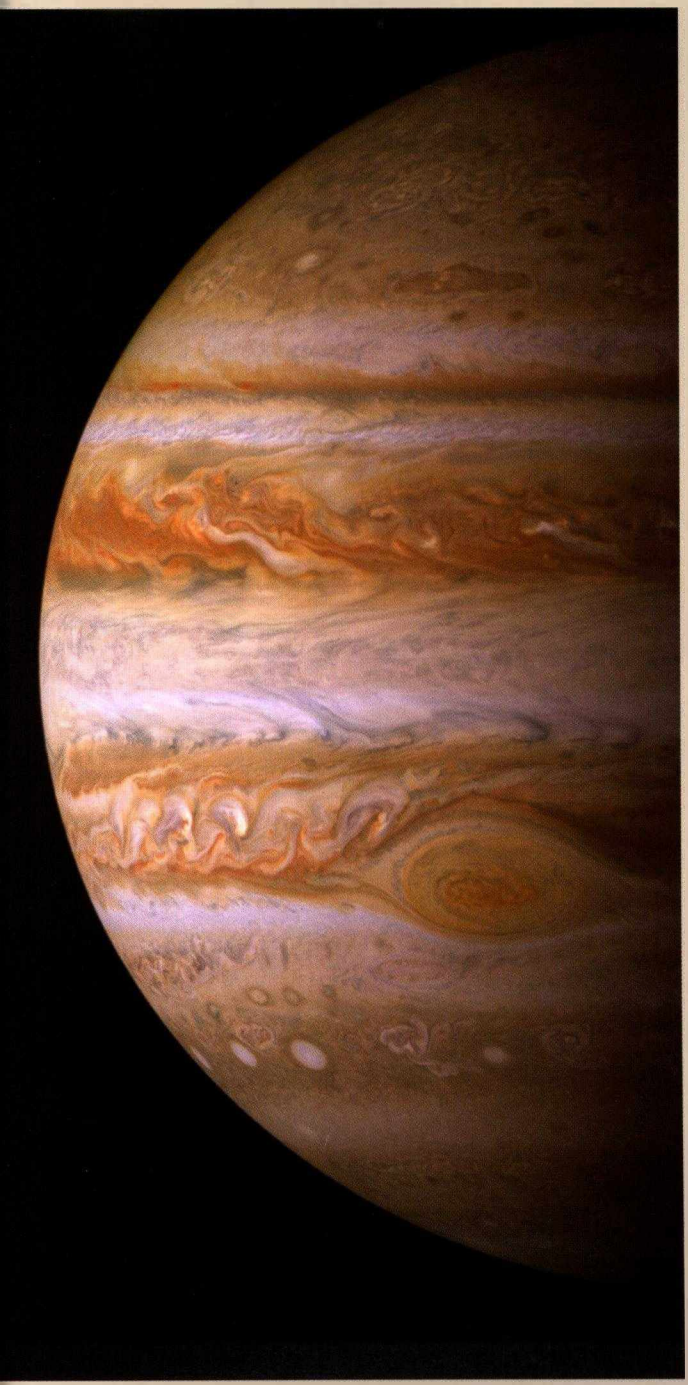


Bề mặt của Thuỷ Tinh được tàu *Messenger* chụp năm 2008 lộ chỗ đầy các hố dạng miệng núi lửa (ảnh bên). Thuỷ Tinh không có khí quyển vì lực hấp hẫn yếu của hành tinh không cho phép nó giữ được bầu khí quyển khỏi thuỷ bị Mặt Trời nung nóng.

Kim Tinh (hình trên, trang bên trái) có một bầu khí quyển dày chặn ánh sáng nhìn thấy được, nhưng lại trong suốt đối với sóng radio. Rađa trên con tàu thăm dò *Magellan* đã đến thăm hành tinh này vào năm 1990, cho thấy một quang cảnh rải rác các hố dạng miệng núi lửa và núi lửa đang phun trào dung nham nóng chảy.

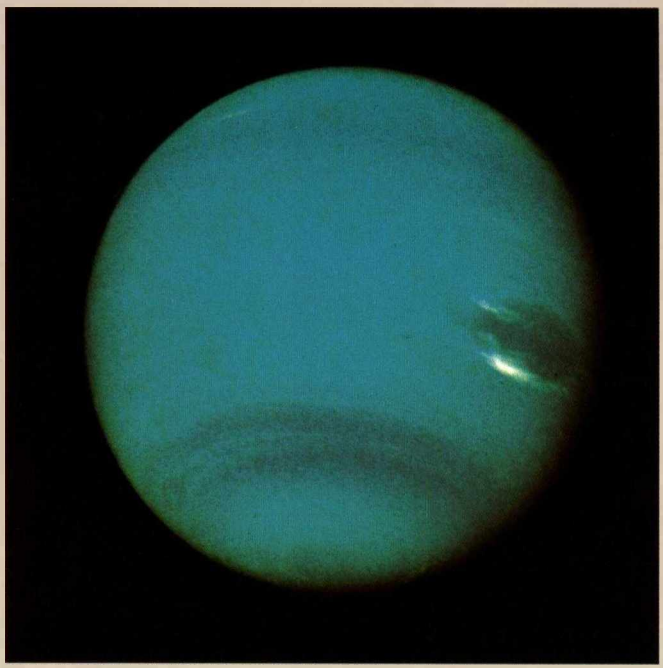
Các bức ảnh gửi về từ những tàu thám hiểm Hoả Tinh cho thấy một quang cảnh cằn cỗi, rải rác các hố dạng miệng núi lửa, hẻm vực và núi lửa đã tắt. Những mạng kênh rạch khô cằn và những tầng đá trầm tích chứng tỏ nước đã từng chảy thành dòng trên bề mặt Hoả Tinh, cách đây khoảng hai tỉ năm. Thế nguồn nước này biến thành cái gì rồi? Một phần chúng bị đóng thành chỏm băng ở các cực (hình bên, chụp từ tàu *Mars Express*). Năm 2008, tàu thăm dò *Phoenix* đã đáp xuống chỏm băng cực Bắc để nghiên cứu xem liệu Hoả Tinh có thể có sự sống hay không.



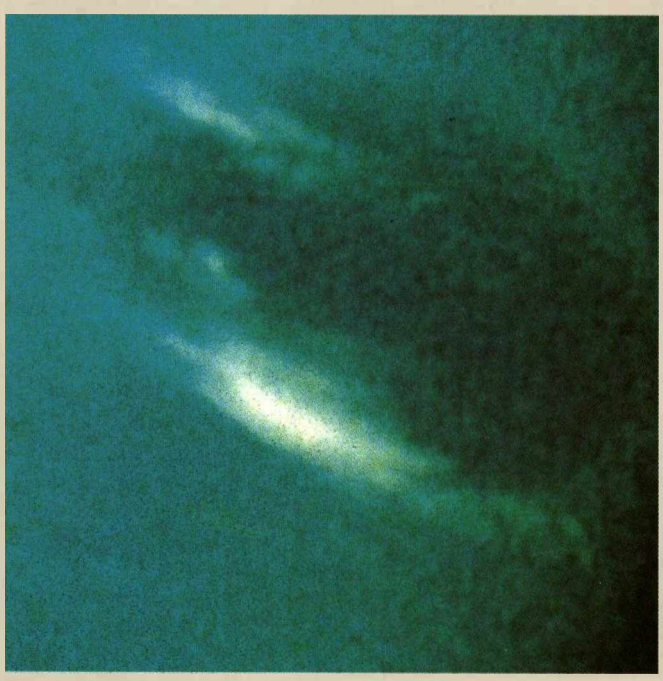


Mộc Tinh (hình bên, chụp từ tàu *Cassini*) là gã khổng lồ trong số các hành tinh của Hệ Mặt Trời: nặng hơn Trái Đất 318 lần, nặng hơn 2,5 lần tổng khối lượng của tất cả các hành tinh và vệ tinh khác gộp lại. Đường kính lớn hơn 11 lần đường kính Trái Đất. Được tạo bởi một lõi đá có bán kính 10.000 km, khí quyển của hành tinh này dày 60.000 km, gồm hydro và heli. Hành tinh này quay nhanh (vận tốc 10 h/vòng) nên gây ra các cơn gió dữ dội thổi liên tục trong khí quyển, tạo ra những cơn bão kéo dài hàng trăm năm, chẳng hạn như Vết Đỏ Lớn ở bán cầu Nam.

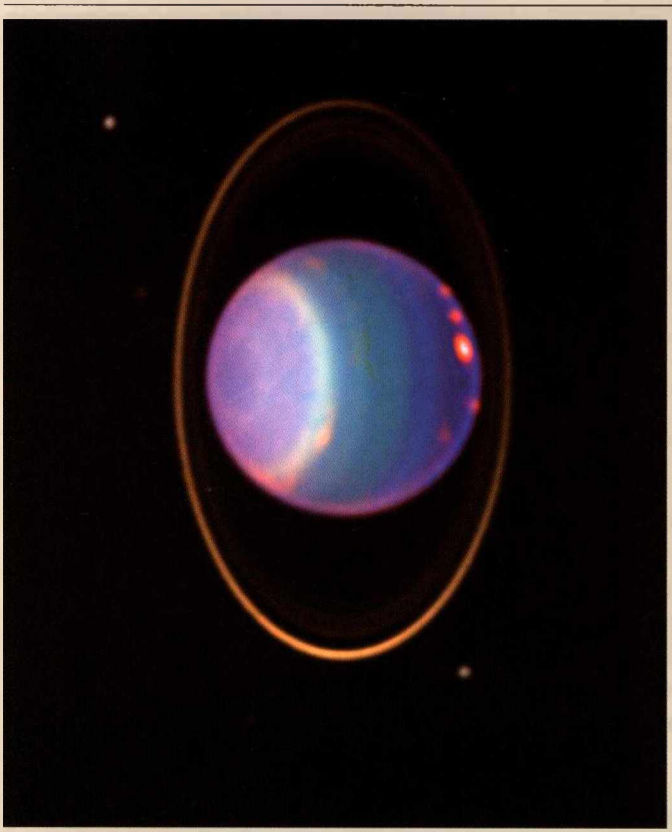
Một hành tinh khí khác của Hệ Mặt Trời là Thổ Tinh (hình bên trái, chụp từ tàu *Cassini*) lớn gấp 9,5 lần và nặng gấp 95 lần Trái Đất. Thổ Tinh nổi tiếng nhờ những vành đai của nó. Thực chất chúng được tạo thành từ rất nhiều mẩu đá và băng có kích thước đa dạng từ nhỏ như hạt tuyết cho đến khổng lồ như một tảng bàng với đường kính hàng chục mét. Mỗi vật thể này lại quay theo quỹ đạo của chúng trong mặt phẳng xích đạo của Thổ Tinh.



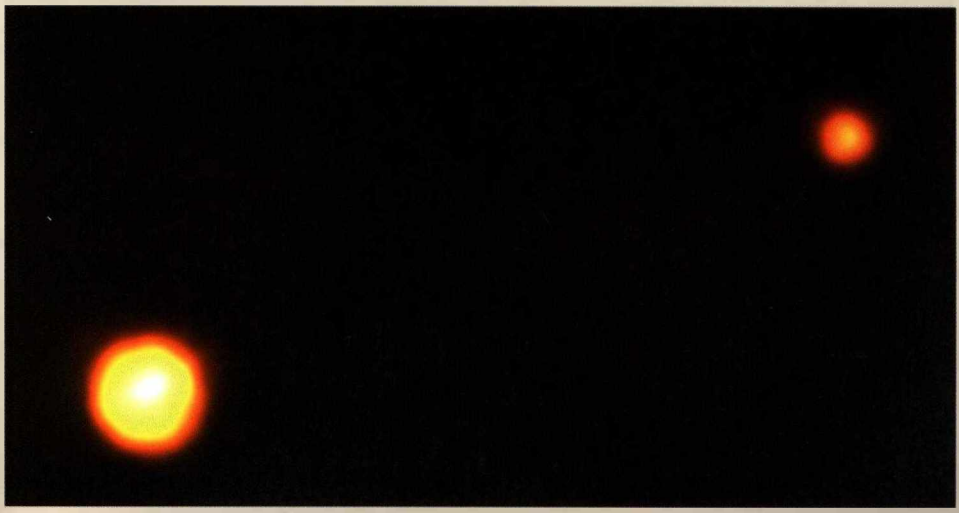
Hải Vương Tinh (chụp từ tàu *Voyager 2* vào tháng 8 năm 1989 có khí quyển màu xanh nhạt là do khí metal có ở đây hấp thụ màu vàng và màu đỏ của ánh sáng Mặt Trời (hình bên cạnh). Cũng giống như Mộc Tinh, khí quyển của Hải Vương Tinh phải chịu các cơn gió xoáy dữ dội, tạo ra Vết Tối Lớn (phía trên những đám mây trắng trong hình bên dưới), kích thước gần bằng Trái Đất. Vì nhiệt độ khí quyển Hải Vương Tinh rất lạnh (-213°C) nên khí metal tồn tại dưới dạng tinh thể băng màu trắng tụ lại thành những đám mây trắng nhạt, giống mây quyển của Trái Đất.



Thiên Vương Tinh, - hành tinh khí, nặng gấp 14,5 lần và lớn gấp 4 lần Trái Đất - "bị lật nghiêng" (hình trên, trang bên phải): trục quay của nó nghiêng đến mức gần như nằm trên mặt phẳng quay của các hành tinh khác, tức mặt phẳng hoàng đạo. Hành tinh này có những vành trong mặt phẳng xích đạo, vuông góc với mặt phẳng hoàng đạo. Có lẽ hành tinh này nghiêng là do sự va chạm của một thiên thạch lớn vào nó cách đây khoảng 4 tỉ năm.



Diêm Vương Tinh, được phát hiện vào năm 1930 (ảnh bên dưới do kính thiên văn *Hubble* chụp lại, Diêm Vương Tinh và vệ tinh Charon của nó), từ lâu vốn được coi là hành tinh thứ chín trong Hệ Mặt Trời. Tuy nhiên những đặc tính của nó rất khác biệt so với những hành tinh khác: rất nhẹ (chỉ nặng bằng 1/5 Trái Đất), quỹ đạo của nó rất lệch tâm và nghiêng 17^0 so với quỹ đạo của các hành tinh khác. Ngày nay các nhà thiên văn học cho rằng Diêm Vương Tinh không phải là một hành tinh mà là một trong những thiên thể lớn nhất nằm trong khu sao chổi tên là "vành đai Kuiper" và ở tận rìa của Hệ Mặt Trời.



Trái Đất, hành tinh của chúng ta

Phần còn lại của bụi kết tụ thành hàng nghìn mẩu đá, hình dạng nhạm nhở - khối lượng của chúng không đủ lớn để lực hấp dẫn đúc nên hình cầu - kích thước của chúng có thể từ vài milimet đến vài kilomet: đó là các tiểu hành tinh. Ngày nay, chúng tiến hoá thành quỹ đạo quanh Mặt Trời, nằm giữa các quỹ đạo của Hoả Tinh và Mộc Tinh, tạo thành "vành đai" các tiểu hành tinh. Khi Hệ Mặt Trời được tạo ra, một lượng lớn các tiểu hành tinh va đập và nằm lại trên những hành tinh mới tạo thành đó. Lượng lớn các hố dạng miệng núi lửa trên các mặt trăng và trên Thuỷ Tinh là nhân chứng thầm lặng cho thời kì đó. Trên Trái Đất, sự xói mòn do mưa, sông suối, sông băng và sự dịch chuyển các lục địa đã xoá nhoà mọi dấu vết của thời kì bị oanh tạc dữ dội này. Một số va chạm mới đây vẫn còn để lại sẹo: ở Arizona, Mĩ, ta có thể chiêm ngưỡng Meteor Crater, một hố khổng lồ đường kính 1 km, ăn sâu vào vỏ Trái Đất, do một tiểu hành tinh va vào cách đây khoảng 30.000 năm.

Đôi khi những tiểu hành tinh, thiên thạch, lọt vào

Mỗi ngày Trái Đất nhận khoảng 300 tấn đá và bụi từ trên trời rơi xuống, đó là kết quả của các tiểu hành tinh bốc cháy khi đi vào khí quyển Trái Đất. Nhỏ và nhẹ, phần lớn các tiểu hành tinh va vào Trái Đất không gây hậu quả nghiêm trọng. Ngoại trừ trường hợp tiểu hành tinh Meteor Crater (hình bên dưới). Với kích thước khoảng 50 m, nó va vào Trái Đất với vận tốc 40.000 km/h. Kết quả là vụ nổ tương đương với một quả bom nguyên tử hydro cỡ 20 triệu tấn (Mt).

khí quyển Trái Đất. Sự va chạm với khí quyển làm cho chúng bốc cháy và tạo thành những vệt lửa trong bầu trời đêm đầy sao, tạo ra một cảnh sao băng tuyệt đẹp. Khi va vào Trái Đất, chúng không chỉ là những mẩu đá chứa canxi. Một số mẩu được phân tích trong các phòng thí nghiệm, nơi mà từ những thành phần hoá học của chúng, các nhà khoa học tạo dựng lại được lịch sử hình thành Hệ Mặt Trời.

Lịch sử của nước và vụ đại hồng thuỷ

Sau khi tạo ra hành tinh, thiên nhiên giờ đã sẵn sàng tạo ra sự sống. Để hoàn thành nhiệm vụ này, thiên nhiên được giúp sức bởi một đồng minh mạnh mẽ là nước. Phân tử mà chúng ta vốn quen thuộc này đã được tạo ra trong khoảng không lạnh lẽo giữa các vì sao từ những mẩu vụn của các ngôi sao chết.

Một tỉ năm đã trôi qua kể từ khi Mặt Trời được sinh ra. Bề mặt Trái Đất, vốn tràn ngập những dòng dung nham nóng bỏng trào ra từ nhiều núi lửa, giờ đây đã nguội đi rất nhiều.

Cảnh mưa sao băng Leonids tuyệt đẹp (hình trên) là kết quả của việc Trái Đất đi qua những mảnh vụn của sao chổi già Tempel-Tuttle bị vỡ tan ra thành hàng nghìn mảnh. Những mảnh vụn này dần được phát tán vào quỹ đạo của sao chổi cũ. Hàng năm, cứ vào khoảng ngày 17 tháng 11, khi quỹ đạo của Trái Đất gặp quỹ đạo của sao chổi cũ lại diễn ra mưa sao băng, hàng chục nghìn sao băng mỗi giờ, do các mảnh vụn của sao chổi đã chết bốc cháy và tạo ra các vệt lửa khi cọ xát với khí quyển Trái Đất.

Đồng thời, nó cũng trở nên rắn chắc hơn và tạo ra một phôi lục địa, dung nham toả ra một lượng lớn khí chứa trong lòng nó. Trái Đất lúc đó được một lớp khí quyển dày gấp 100 lần khí quyển ngày nay bao phủ. Được tạo bởi hydro, amoniac, metal, hơi nước và khí cacbonic, khí quyển khởi thuỷ không thích hợp cho sự sống. Trái Đất ngày càng nguội đi, làm cho nước trong khí quyển nguyên thuỷ ngưng tụ lại. Những cơn đại hồng thuỷ gây ngập lụt và tạo ra các đại dương bao phủ 3/4 bề mặt Trái Đất.

Bí mật của sự bất tử

Nước bắt đầu đóng vai trò là chất xúc tác cho sự sống. Với khả năng hoà

Sự sống xuất hiện trên hành tinh của chúng ta, xuất phát từ những nguyên tử vô sinh sinh ra từ tâm của các ngôi sao, vẫn còn là một bí ẩn. Ta biết rằng nước đóng vai trò chủ đạo.

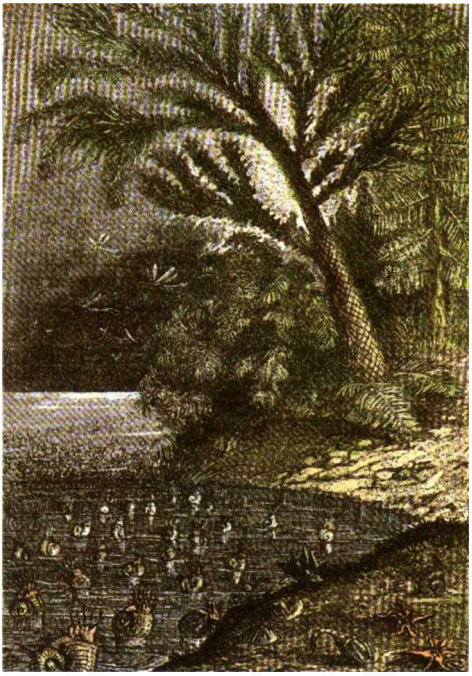
Có khả năng sự sống đã sinh ra trong khí quyển khởi thuỷ của Trái Đất. Vào năm 1953 trong một thí nghiệm rất nổi tiếng, các nhà hoá học người Mĩ Stanley Miller và Harold Urey đã tạo ra trong ống nghiệm khí quyển của Trái Đất khởi thuỷ: hỗn hợp khí amoniac, metal, hydro và hơi nước, tất cả được phóng điện qua giống như trong các cơn giông gầm rú trên Trái Đất cách đây 4,6 tỉ năm. Một tuần sau, các phân tử cơ bản của sự sống, các axit amin, đã xuất hiện. Miller và Urey đã đi đúng hướng, nhưng con đường từ các axit amin đến các chuỗi xoắn kép ADN (mô hình hình bên) còn rất xa vời, và còn xa hơn nữa mới đến sự xuất hiện của ý thức.

tan cực tốt, nước có thể tiếp nhận vô số phân tử lạ. Đặc hơn hàng triệu tỉ tỉ lần so với môi trường giữa các vì sao, nước là nơi gặp gỡ lí tưởng. Nó bảo vệ các "vị khách" của mình khỏi những tác động độc hại của tia cực tím mang nhiều năng lượng của Mặt Trời còn non trẻ, của các cú phóng điện mạnh và các tia sét kinh hoàng trong các cơn giông gầm rú liên hồi.

Trong môi trường thuận lợi này, các phân tử đơn giản trong khí quyển khởi thuỷ tập hợp thành các cặp đôi. Trong vài trăm triệu năm, nhiều nấc thang của sự phức hợp đã được đạt tới. Đầu tiên là sự xuất hiện của khoảng 20 loại axit amin, những tập hợp của khoảng ba chục nguyên tử. Rồi chúng lại hợp thành những chuỗi dài gọi là protein. Sau đó, protein lại tập hợp thành chuỗi xoắn kép các phân tử axit desoxyribonucleic, những sợi dài vô tận gồm nhiều triệu nguyên tử.

Bức ảnh cảm động về Trái Đất trôi nổi trong không gian tối đen gợi lên tính duy nhất và sự mong manh của nó. Duy nhất, bởi trong Hệ Mặt Trời, chỉ có mỗi Trái Đất là có các đại dương tạo cho nó màu xanh nhạt này. Mong manh, bởi vì thật đáng buồn là gần đây con người đã làm đảo lộn hệ sinh thái một cách không cứu vãn được!

Đó chính là bí mật của sự bất tử, bởi lẽ chúng có thể tự tái tạo. Chính chúng sẽ truyền các thông tin di truyền của mọi sinh vật. Cách đây khoảng 3,5 tỉ năm, đến lượt các chuỗi axit desoxyribonucleic tập hợp thành tế bào chứa hàng triệu tỉ nguyên tử. Vi khuẩn và tảo xanh là các cơ quan đơn bào tràn ngập trong đại dương khởi thuỷ.



Tiến đến sự sống

Tự nhiên tạm dừng trong 3 tỉ năm, rồi khởi động lại ngoạn mục hơn trong sự hăng hái có tổ chức cách đây khoảng 600 triệu năm. Trong vài trăm triệu năm, sứa, sò, loài thân giáp và cá xuất hiện. Thêm 150 triệu năm nữa, đất đai phủ đầy cây cối và rừng. Các loài thực vật sử dụng năng lượng Mặt Trời để chuyển hoá các nguyên tố thành đường, và thải ra khí oxy: đó là hiện tượng quang hợp. Các nguyên tử oxy, cứ 3 nguyên tử một, kết hợp lại để tạo thành ozon (O_3). Tầng ozon lọc các tia cực tím độc hại từ Mặt Trời, giúp sự sống rời khỏi nước để tràn lên mặt đất. Cách đây 200 triệu năm, chim chóc và bò sát xuất hiện. 50 triệu năm nữa trôi qua và các loài khủng long

Theo nhà tự nhiên học người Anh Charles Darwin, sự tiến hoá của các loài, từ tế bào khởi thuỷ đến con người là nhờ sự ngẫu nhiên trong sự đột biến gen, dưới tác động của chọn lọc tự nhiên. Các loài thích nghi tốt hơn với môi trường sẽ sống sót và hoàn thiện hơn, trong khi các loài khác biến mất. Để chống chọi lại các con vật săn mồi, một số sinh vật khởi thuỷ đã được trang bị cả bộ giáp. Do đó xuất hiện các loài sò ốc và động vật thân mềm.

xuất hiện... để rồi lại biến mất sau 100 triệu năm tồn tại. Sự tuyệt chủng của khủng long giúp các loài động vật có vú tăng sinh. Loài khỉ xuất hiện cách đây khoảng 20 triệu năm, và những người tinh khôn đầu tiên có mặt cách đây chừng 2 triệu năm.

Từ một khoảng không chứa đầy năng lượng, trong khoảng 13,7 tỉ năm, vũ trụ đã tạo ra con người từ 30 tỉ tỉ tỉ hạt, với bộ não gồm hàng trăm tỉ nơron.

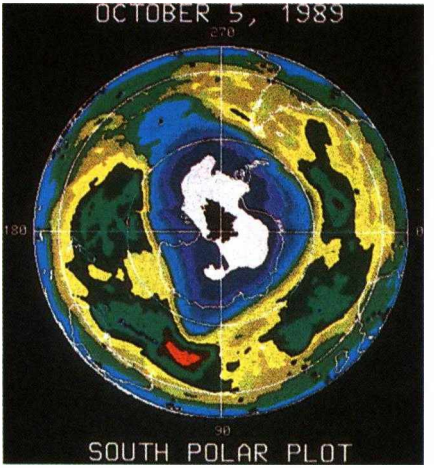
Sự xuất hiện của các loài động vật thích nghi tốt hơn không có nghĩa là các loài trước đây bị tuyệt chủng hết. Ngược lại, chúng cùng tồn tại. Trong bức vẽ miêu tả phong cảnh lí tưởng của thời kì đầu kỉ Jura, ta có thể thấy các loại cúc đá trong nước, chuồn chuồn trong không khí và các loài thú trên mặt đất.

Băng giá và lò nung

Phải chăng sự sống chỉ giới hạn trên Trái Đất? Phải chăng con người là tạo vật thông minh duy nhất trong vũ trụ? Phải chăng chỉ con người mới nghe được giai điệu bí ẩn? Trong chín hành tinh của Hệ Mặt Trời, có vẻ như Trái Đất là nơi duy nhất có sự sống. Việc thám hiểm Hoả Tinh - sau Trái Đất, đó là nơi có vẻ thuận lợi nhất cho sự sống (vì đã từng có nước trên bề mặt), nhưng đến nay cũng chẳng phát hiện được sinh vật sống nào. Các hành tinh khác còn ít hi vọng hơn vì chúng đều quá nóng, hoặc quá lạnh. Khí quyển của chúng quá ngột ngạt, hoặc ngược lại, quá loãng. Mà sự sống lại mong manh và tinh tế: nó vừa cần sự dịu mát, vừa cần hơi ấm.

Toàn bộ giả thuyết về sự sống ngoài Trái Đất đều cần mang tính nhân hình vì sự sống trên Trái Đất là hình mẫu duy nhất mà chúng ta có. Cái nôi lí tưởng cho sự sống mà chúng ta biết phải chứa nước và có nhiệt độ bề mặt khoảng từ 0 đến 100 độ C.

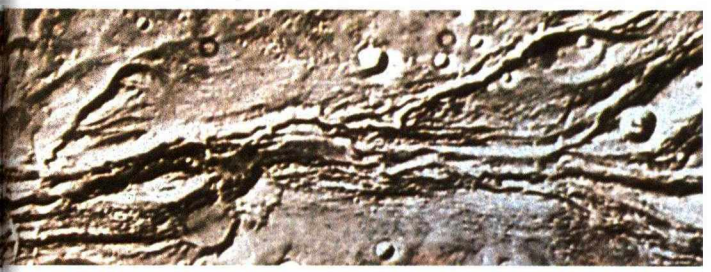
Nước chảy thành dòng lớn trên bề mặt Hoả Tinh cách đây khoảng 2 tỉ năm đã bốc hơi hết, giờ chỉ còn lại những uốn khúc của sông ngòi cạn khô (ảnh bên dưới). Các dòng sông dung nham màu đỏ nhạt đã khai thông đường đi của chúng trên bề mặt nóng chảy của Kim Tinh (ảnh bên trên).



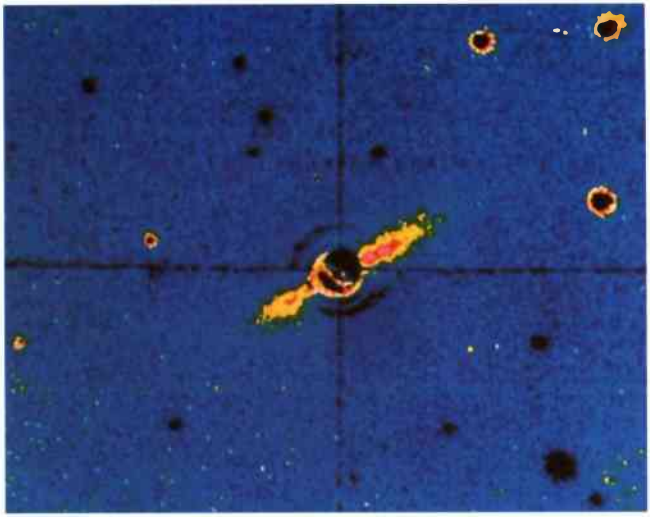
Những điều kiện này đòi hỏi một sự điều chỉnh rất chính xác vị trí của hành tinh đó đối với Mặt Trời. Nếu Trái Đất sinh ra ở xa hơn khoảng cách của Mộc Tinh, nó sẽ trở thành một thế giới lạnh lẽo và đầy băng giá - giống như một số vệ tinh của Mộc Tinh hay Thổ Tinh - và sự sống sẽ không thể phát triển ở đó được. Ngược lại, nếu nó quá gần Mặt Trời, sức nóng sẽ làm khí quyển bốc hơi, và Trái Đất sẽ giống Thuỷ Tinh, hành tinh nóng cháy, khô cằn và không hề có sự sống. Xa Mặt Trời hơn một chút, ở vị trí của Kim Tinh, bớt nóng hơn lẽ ra có thể giúp nó giữ được khí quyển, nhưng nhiệt độ vẫn nóng đến mức nước không ngưng tụ được. Không có các đại dương để hoà tan, một lượng lớn khí cacbonic sẽ bị nhốt trong khí quyển khởi thuỷ, và tạo ra "hiệu ứng nhà kính" rất lớn biến hành tinh thành một lò nung với sức nóng khủng khiếp thiêu rụi mọi mầm sống. Kim Tinh đã phải chịu số phận như thế: nhiệt độ bề mặt của hành tinh này lớn hơn nhiệt độ sôi của nước 5 lần. Trong số chín hành tinh của Hệ Mặt Trời, chỉ duy nhất Trái Đất có khoảng cách phù hợp để có thể sống được.

Tìm kiếm các thế giới khác

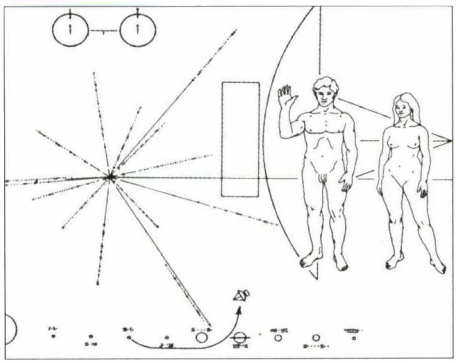
Nhưng điều này liệu có nghĩa rằng con người là duy nhất trong vũ trụ? Có vẻ không chắc chắn lắm. Dù sao, vũ trụ quan sát được cũng bao gồm hàng trăm tỉ thiên hà, mà mỗi thiên hà lại tập hợp hàng trăm tỉ ngôi sao. Nếu mỗi ngôi sao, như Mặt Trời của chúng ta, có một bầu đoàn hàng chục hành tinh, thì có lẽ phải có đến hàng trăm nghìn tỉ tỉ (10^{23}) hành tinh trong vũ trụ.



Con người và công nghệ đã làm đảo lộn nghiêm trọng cân bằng sinh thái. Năm 1986, những hình ảnh từ vệ tinh cho ta thấy lỗ thủng lớn của tầng ozon vốn bảo vệ chúng ta khỏi các hiệu ứng độc hại từ các tia cực tím của Mặt Trời. Lỗ thủng ở phía trên Nam Cực (ảnh trên) là kết quả của sự tương tác giữa tầng ozon với các phân tử phức tạp tên là chloro-fluoro-cacbone (CFC) có trong các bình khí và tủ lạnh. Nhờ có nghị định thư Montréal kí năm 1987, con người đã giảm dần việc sử dụng khí CFC và lỗ thủng không bị lan rộng nữa. Nó sẽ tiếp tục nhỏ lại từ nay đến cuối thế kỉ này.



Hệ Mặt Trời của chúng ta không phải là duy nhất trong dải Ngân Hà. Ngoài việc khám phá ra một loạt (vào năm 2008 đã là hơn 100) các hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời, ý tưởng cho rằng các hành tinh được tạo thành từ một đĩa khí và bụi đã được xác nhận một cách thuyết phục nhờ ánh sáng hồng ngoại ta đã phát hiện ra những đĩa bụi phát sáng hết mức xung quanh những ngôi sao tương đối trẻ, như sao Beta Pictoris (hình bên). Trong số những hành tinh sẽ được sinh ra quanh những ngôi sao trẻ này, liệu một ngày nào đó có một hành tinh hội tụ đủ mọi điều kiện cần thiết để đánh thức và nuôi dưỡng sự sống hay không? Dù sao NASA cũng đã đánh cược khi phóng tàu thăm dò không gian *Pioneer 10* và *11* có gắn một tấm biển gửi đến những người ngoài hành tinh (hình trên).



Vì vị trí của Trái Đất trong không gian và thời gian chẳng lấy gì làm đặc biệt, làm sao ta có thể cho rằng sự sống trên Trái Đất là đặc biệt?

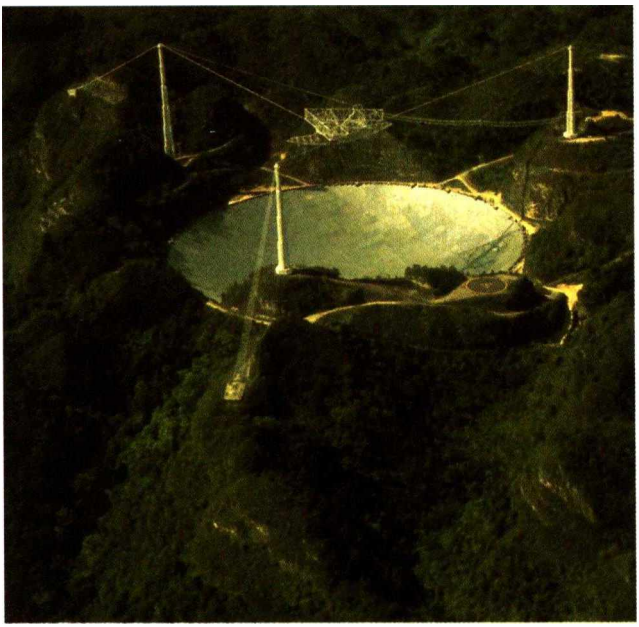
Đối với các nhà thiên văn ngày nay, việc tìm kiếm những thế giới khác không còn thuộc lĩnh vực khoa học viễn tưởng nữa. Nhiều cố gắng nghiêm túc đã được thực hiện vì mục đích này. Nhưng tìm kiếm ở đâu và tìm như thế nào? Chiến thuật đầu tiên giống như cách người bị nạn đắm tàu ném chai ra biển: gửi đi các sóng mang thông tin vào giữa các vì sao. Hai con tàu đầu tiên mà con người tạo ra để bay ra khỏi Hệ Mặt Trời là tàu thăm dò không gian *Pioneer 10* và *11*, trên đó gắn một mảnh nhôm có hình một người đàn ông và một phụ nữ, ghi rõ vị trí của Trái Đất trong dải Ngân Hà cho những người ngoài hành tinh muốn đến thăm chúng ta. Hai con tàu thăm dò không gian tiếp theo là *Voyager 1* và *2*, mang theo một đĩa VCD chứa đầy hình ảnh sự sống trên Trái Đất, và một đĩa hát tráng mịn bằng đồng ghi lại những âm thanh đặc trưng của hành tinh chúng ta, từ bản giao hưởng của Beethoven đến tiếng hôn của con người và cả một

bản nhạc jazz.

Nhưng phương tiện liên lạc này không lí tưởng lắm. Trước hết là vì những cái chai trên biển này ít có khả năng đến tay người nhận. Tiếp theo, trong vũ trụ mênh mông, các con tàu thăm dò không gian này di chuyển với tốc độ rùa bò. Mặc dù chúng đã chuyển động với tốc độ nhanh hơn bất cứ loại máy móc nào trên Trái Đất, nhưng cũng phải mất tầm 25.000 năm mới đến được ngôi sao gần nhất.

Trái Đất nói chuyện với vũ trụ

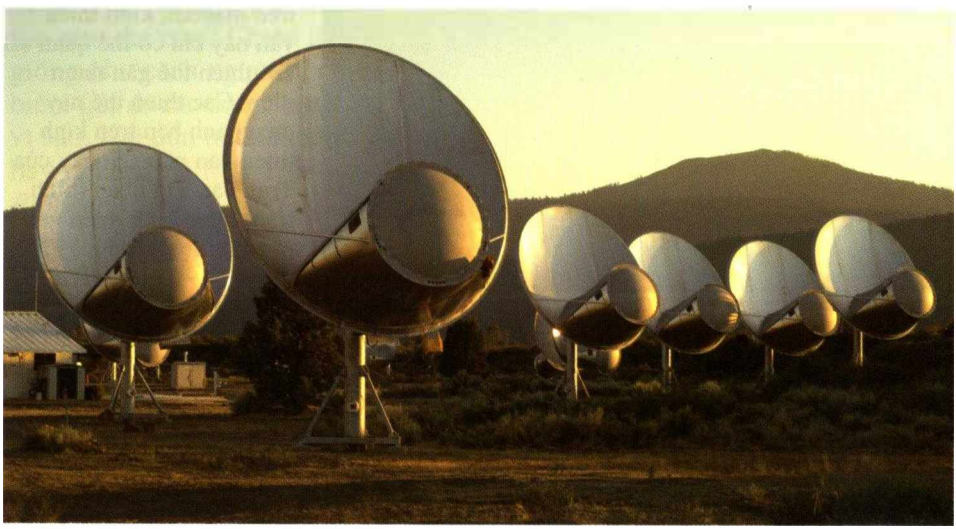
Để liên lạc được với người ngoài hành tinh, hiệu quả hơn cả là gửi và nghe các tín hiệu radio. Thông tin được truyền đi với tốc độ ánh sáng, tốc độ lớn nhất trong vũ trụ. Thay vì 40.000 năm, các tin nhắn radio chỉ mất 4 năm để vượt qua khoảng không chia cắt chúng ta với ngôi sao gần nhất. Nhưng trong vô số các hành tinh, các ngôi sao và các thiên hà trong vũ trụ, ta nên gửi đi đâu và nghe các tín hiệu ở tần số nào?

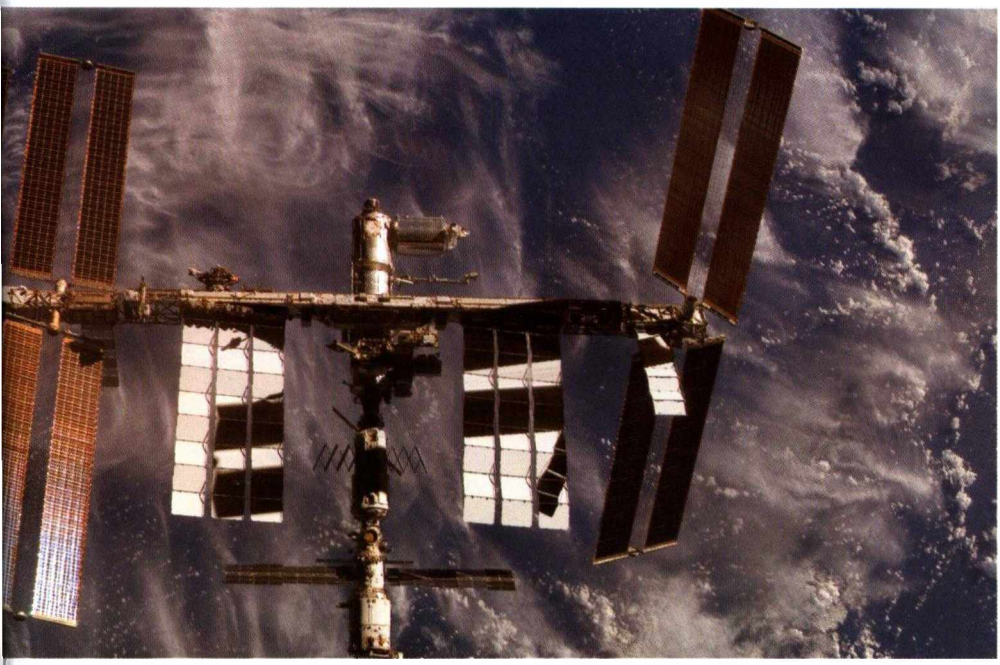


Kính thiên văn vô tuyến *Arecibo* được xây dựng trong một bồn địa tự nhiên ở Puerto Rico, vùng biển Caribean, có đường kính 305 m là "cái tai" lớn nhất trên Trái Đất. Được đặt trên mặt đất, kính thiên văn này chỉ có thể quan sát các thiên thể gần thiên đỉnh. Các thiên thể này diễu hành bên trên kính thiên văn nhờ sự quay của Trái Đất. Tin nhắn (hình trên) được kính thiên văn này gửi đi vào năm 1974 với tần số 2.380 MHz, mạnh hơn một triệu lần bức xạ của Mặt Trời ở tần số này và có thể được kính thiên văn mạnh tương đương với *Arecibo* của người ngoài hành tinh nhận được, trong bán kính hàng nghìn năm ánh sáng.

Tin nhắn đầu tiên và cho đến nay vẫn là duy nhất đã được gửi đi từ Trái Đất vào năm 1974 bằng kính thiên văn vô tuyến Arecibo lớn nhất thế giới, ở Puerto Rico. Điểm đến là đám sao cầu M13, một tập hợp hình cầu của 300.000 ngôi sao liên kết với nhau nhờ lực hấp dẫn. Bằng cách đó người ta đã hi vọng tới được nhiều thính giả tiềm năng ngoài hành tinh chỉ qua một lần gửi tín hiệu. Tần số được dùng chính là tần số của nguyên tử hydro. Người ta suy luận như sau: bởi lẽ hydro chiếm 3/4 khối lượng vũ trụ, nên người ngoài hành tinh cũng phải quen thuộc với tần số của nó như chúng ta. Nội dung của tin nhắn: các số từ 1 đến 10, khối lượng nguyên tử của một số nguyên tố cơ bản, công thức hoá học của axit desoxyribonucleic (AND) và hình dáng của Hệ Mặt Trời. Hiện tại, tin nhắn này vẫn còn đang lướt về phía đám sao cầu và chỉ đến đó được trong 24.000 năm tới. Khi nhận được tin nhắn, nếu một nền văn minh ngoài hành tinh trong đám M13 quay kính thiên văn vô tuyến về phía Mặt Trời thì sẽ thấy cường độ sóng radio của Mặt Trời tăng lên một triệu lần trong 3 phút. Ngay cả khi những người đối thoại ngoài hành tinh của chúng ta lập tức trả lời, thì câu trả lời cũng sẽ không đến được Trái Đất sớm hơn 48.000 năm.

Dãy kính thiên văn vô tuyến *Allen* (hình dưới) được dùng để nghe các tín hiệu ngoài hành tinh.



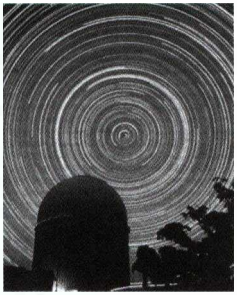


Lắng nghe người ngoài hành tinh

Nhưng nếu thay vì gửi tin nhắn đi, chúng ta lắng nghe thì sẽ thế nào? Có thể trong không gian có rất nhiều tin nhắn được gửi đi từ các nền văn minh khác. Những chương trình lắng nghe đang được thực hiện. Nhiều kính thiên văn vô tuyến được hướng về phía hàng nghìn ngôi sao gần nhất, giống với Mặt Trời, và lắng nghe hàng triệu, thậm chí hàng tỉ tần số cùng lúc để tìm kiếm những tín hiệu nhân tạo có thể được gửi đến từ một nền văn minh xa xôi. Cái ngày mà cuối cùng, sự im lặng đáng sợ của vũ trụ rồi cũng chấm dứt chắc sẽ làm chấn động lịch sử nhân loại. Ngay cả khi con người không thể nào giải mã được tin nhắn của thế giới khác thì sự kiện đó cũng có tác động vô cùng lớn lao. Việc chắc chắn là mình không phải duy nhất trong vũ trụ hẳn sẽ giúp chúng ta hiểu rõ hơn cái gì làm nên điều đặc biệt của loài người. Vũ trụ sẽ trở nên ít đáng sợ hơn, vì chúng ta sẽ biết ở một nơi nào đó có thể có những người khác có khả năng biết kinh ngạc trước vẻ đẹp của thế giới.

Trạm không gian quốc tế (International Space Station) là thành quả hợp tác của nhiều nước: Mĩ, châu Âu, Nga, Canada, Nhật Bản và Brazil. Cứ 90 phút trạm này lại quay được một vòng quanh Trái Đất ở độ cao 340 km. Đó là một cỗ máy khổng lồ, dài khoảng 108 m, rộng khoảng 74 m. Khi hoàn thành, trạm sẽ giúp con người thích nghi với trạng thái không trọng lượng và không gian hạn hẹp trong khoảng thời gian dài để chuẩn bị cho những cuộc thám hiểm Hoả Tinh của con người.

PHỤ LỤC



130
Vũ trụ trong văn học

134
Thuật ngữ

138
Danh mục minh họa

141
Tra cứu theo vần

Vũ trụ trong văn học

Vũ trụ là một nguồn cảm hứng lớn trong văn học. Hoàng tử bé *của Antoine de Saint- Exupéry (1943) kể lại những cuộc viễn du của một người xuyên vũ trụ: để vạch ra sự yếu đuối và điên rồ của con người, và đưa ra những giải thích thi vị về các hiện tượng của thế giới. Với những dự cảm chợt lóe lên, Saint-Exupéry nói: "Cơ bản là mắt không nhìn thấy được!" Còn các nhà thiên văn thì chỉ ra rằng hơn 90% khối lượng vũ trụ là không nhìn thấy được.*

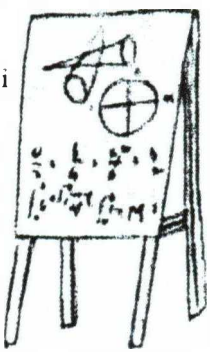
Saint-Exupéry mỉa mai thói gàn dở của các nhà thiên văn: đặt tên cho các thiên thể bằng các tổ hợp chữ hoặc số.

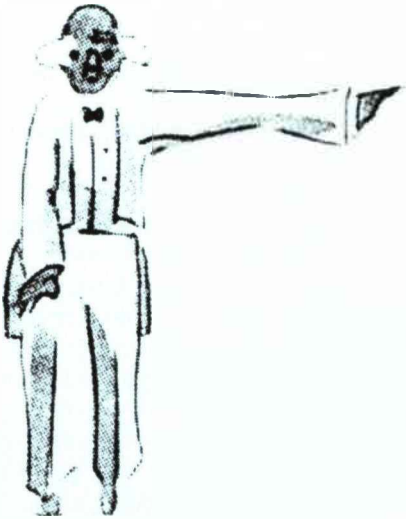
Vậy đấy, tôi biết được một điều nữa thật quan trọng: Rằng cái hành tinh quê quán của cậu em chỉ nhỉnh hơn cái nhà có một chút.

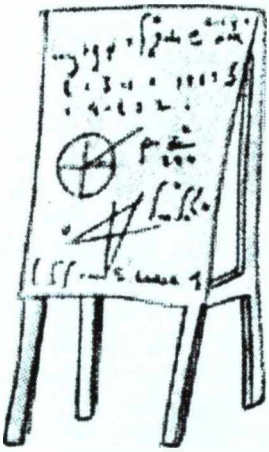
Điều ấy chẳng làm được tôi ngạc nhiên nhiều lắm. Tôi vẫn biết ngoài các hành tinh lớn như Trái Đất, Sao Kim, Sao Hỏa, Sao Thủy, mà người ta đặt tên cho, có hàng trăm ngôi sao khác, đôi khi bé đến nỗi người ta lấy kính nhìn xa ra soi cũng khó thấy. Khi một nhà thiên văn khám phá ra một trong bọn chúng, nhà thiên văn ấy cho nó một con số. Ví dụ ông gọi nó là "thiên thạch 3251". Tôi có những lí do chính đáng để tin rằng cái hành tinh của cậu hoàng tử, từ đó cậu đến đây, là thiên thạch B.612. Thiên thạch đó chỉ được trông thấy có một lần trong kính nhìn xa, năm 1909, bởi một nhà thiên văn Thổ. Ông ta liền lí giải ồn ào về khám phá của mình tại một hội nghị quốc tế về Thiên văn. Nhưng do cách ăn mặc của ông ta, chẳng ai tin điều ông ta nói. Người lớn là thế mà!

May mắn cho thiên thạch B.612, một nhà độc tài Thổ buộc dân Thổ phải mặc quần áo người Âu, ai không tuân theo sẽ bị tội chết. Nhà thiên văn làm lại cuộc trình bày năm 1920, trong một bộ quần áo rất lịch sự. Và lần này, tất cả mọi người đều đồng ý với ông ta.

Nếu tôi kể tỉ mỉ







với các bạn về thiên thạch B.612, và nếu tôi rỉ tai với các bạn về con số của nó, ấy là tại các người lớn. Các người lớn thích chữ số. Khi bạn nói chuyện với họ về một người bạn mới, không bao giờ họ hỏi bạn về cái chính đâu. Họ không bao giờ hỏi: "Giọng nói hắn ta thế nào? Hắn ta thích chơi trò gì? Hắn ta có sưu tập bươm bướm không? Họ chỉ hỏi bạn: "Hắn ta bao nhiêu tuổi? Hắn ta có mấy anh em? Hắn ta bao nhiêu cân? Bố hắn ta lương cao bao nhiêu? Thế. Sau đó, họ cho vậy là họ hiểu hắn ta rồi. Nếu bạn nói với những người lớn: "Tôi có thấy một cái nhà gạch màu hồng với hoa phong lữ trên cửa sổ, và chim bồ câu trên mái..." họ chẳng làm thế nào hình dung nổi nhà ấy như thế nào đâu. Phải nói với họ: "Tôi có thấy một cái nhà mười vạn đồng." Họ sẽ kêu lên ngay: " - Ôi, thật là đẹp!"

Như vậy đó, nếu các bạn bảo họ: "Câu hoàng tử là có thật, chứng cớ là câu ta rất đẹp, câu ta cười và câu ta thích có một con cừu. Khi người ta thích có một con cừu, thế là có người ấy chứ!", họ sẽ nhún vai và cho bạn là trẻ con! Nhưng nếu bạn bảo họ: "Cái hành tinh từ đó câu ấy đi đến đây là thiên thạch B.612, thế là họ nghe ra ngay và thôi không phá quấy bạn với các câu hỏi của họ nữa. Họ là như thế! Không nên giận họ. Trẻ con phải hết sức rộng lượng đối với người lớn [...]

Tham vọng của con người

Hành tinh thứ tư là của một lão tư sản ở. Lão này bận rộn đến nỗi không chịu ngẩng đầu khi cậu hoàng tử tới.

- Chào ông, - em nói. - Điếu thuốc lá của ông tắt ngấm rồi đấy.

- Ba với hai là năm. Năm với bảy mười hai. Mười hai với ba là mười lăm. Chào em. Mười lăm với bảy, hăm hai. Hăm hai với sáu, hăm tám. Chẳng có thì giờ nào châm lại thuốc lá. Hăm sáu với năm, ba mươi mốt.

Ôi chà! Thế là năm trăm linh một triệu sáu trăm năm hai nghìn bảy trăm ba mươi mốt.

- Năm trăm triệu cái gì vậy?

- Hử? Thế mày vẫn đứng đấy à? Năm trăm linh một triệu... ta cũng chẳng biết triệu gì nữa. Công việc ngập cả đầu. Ta đứng đắn, không đùa chơi với những trò nhảm nhí đâu! Hai với năm, bảy...

- Năm trăm linh một triệu cái gì? - Cậu hoàng tử lặp lại, suốt đời cậu có bao giờ đã đặt một câu hỏi mà lại thôi không hỏi nữa đâu.

Lão tư sản ngửng đầu lên:

- Từ năm mươi bốn năm nay, ở trên cái hành tinh này, ta chỉ bị quấy rầy có ba lần. Lần đầu cách đây hai mươi năm bởi một con bọ hung rơi từ đâu xuống, có mà Trời biết. Nó gây nên một tiếng động dữ dội lắm và làm cho ta phạm đến bốn lỗi trong một bài tính cộng. Lần thứ hai cách đây mười một năm, do một cơn sổ mũi. Ta ít tập tành. Ta không có thì giờ đi nhởi. Ta đứng đắn, ta ấy! Lần thứ ba... là lần này. Ta đang nói, năm trăm linh một triệu...

- Triệu gì?

Lão tư sản biết không mong được để yên!

- Triệu những vật li ti đôi khi ta nhìn thấy trên trời ấy.

- Ruồi ư?

- Không phải, li ti mà lấp lánh cơ.

- Ong hử?

- Không mà... Vật li ti vàng ánh vẫn làm cho bọn người vô tích sự mơ màng ấy! Ta là người đứng đắn, ta ấy! Ta không có thì giờ đâu mà mơ màng.

- Hiểu rồi. Những ngôi sao, phải không?

- Đúng đấy. Những ngôi sao.

- Thế ông làm gì với năm trăm triệu ngôi sao ấy?

- Năm trăm linh một triệu sáu trăm năm mươi hai nghìn bảy trăm ba mươi mốt. Ta là người đứng đắn, ta ấy, ta rất chính xác!

- Thế ông làm gì với những ngôi sao ấy?

- Ta làm gì à?

- Vâng.

- Chẳng làm gì sất. Ta có chúng thôi.

- Ông có những ngôi sao?

- Phải.

- Nhưng tôi có trông thấy một ông vua, ông ấy cũng...

- Các ông vua không thể có. Các ông vua chỉ trị vì thôi. Rất khác nhau chứ.

- Thế có những ngôi sao, việc ấy giúp gì cho ông nào?

- Nó giúp ta giàu.

- Giàu giúp ông được gì?

- Mua những ngôi sao khác nếu có người tìm thấy nữa.

"Cái lão ấy - cậu hoàng tử nghĩ thầm - lão lí sự hơi giống cái lão nát rượu".

Tuy thế, cậu em vẫn còn đặt những câu hỏi khác:

- Làm thế nào người ta có được những ngôi sao?

- Chúng của ai nào? - Lão tư sản bẳn tính vặn lại.

- Không biết. Không của ai cả.

- Thế thì chúng là của ta, bởi ta nghĩ tới chúng trước nhất.

- Chỉ thế là đủ ư?

- Hẳn chứ. Khi ta tìm thấy một viên kim cương không là của ai cả, thì nó là của ta. Khi ta tìm thấy một hòn đảo không phải của ai cả, thì hòn đảo ấy là của ta. Khi ta có sáng kiến gì trước người khác thì ta xin chứng chỉ cho sáng kiến đó, nó là của ta. Ta, ta có được những ngôi sao kia, vì chưa hề có ai trước ta nghĩ chiếm hữu chúng.

- Điều này thì đúng - cậu hoàng tử nói. - Ông dùng chúng là để làm gì?

- Ta quản lí chúng. Ta đếm đi, rồi ta đếm lại, - lão tư sản nói. - Khó đấy. Nhưng ta là người đứng đắn.

Cậu hoàng tử vẫn chưa được mãn nguyện.

- Tôi ấy ư, nếu tôi có một cái khăn quàng, tôi quàng nó vào cổ, tôi mang nó đi. Tôi ấy ư, nếu tôi có một bông hoa, tôi có thể cài bông hoa đó và mang nó đi. Còn ông đâu có thể hái các ngôi sao!

- Không, nhưng ta có thể bỏ chúng vào ngân hàng.

- Nghĩa là thế nào?

- Nghĩa là ta viết trên một mảnh giấy con số ngôi sao của ta. Rồi ta khóa chặt mẩu giấy ấy trong một ngăn kéo.

- Chỉ thế thôi à?

- Thế đủ rồi.

"Buồn cười thật - cậu hoàng tử nghĩ thầm. - Có vẻ thơ ca đấy. Nhưng mà không đứng đắn lắm đâu".

Về những việc đứng đắn, cậu hoàng tử có những ý rất khác với ý các người lớn:

- Tôi, - cậu em lại hỏi - tôi có một bông hoa mà hôm nào tôi cũng tưới. Tôi có ba quả núi lửa mà tuần nào tôi cũng nạo vét. Và tôi nạo vét cả quả núi nửa đã tắt. Biết nó là thế nào! Tôi cần thiết cho các quả núi lửa, cho bông hoa của tôi, nên tôi có chúng! Còn ông đâu có ích cho các ngôi sao!

Tên tư sản mở miệng nhưng chẳng biết trả lời sao cả, và cậu hoàng tử đi ra.

"Những người lớn nhất định là những người hoàn toàn kì dị" - cậu em nghĩ thầm một cách đơn giản như vậy trong khi đi.

(Saint-Exupéry, *Hoàng tử bé*, theo bản dịch của Nguyễn Thành Long, Nhà xuất bản Kim Đồng, 2013)

THUẬT NGỮ

Big Bang: học thuyết về vũ trụ, mà theo đó vũ trụ đầu tiên, vô cùng nóng và đặc, được sinh ra từ một vụ nổ khủng khiếp diễn ra cách đây 13,7 tỉ năm, tại một nơi nào đó trong không gian. Vụ nổ này đánh dấu sự khởi đầu của một quá trình giãn nở còn đang tiếp diễn.

Bức xạ hoá thạch: bức xạ radio tràn ngập toàn bộ vũ trụ, có từ thời mà vũ trụ mới được 380.000 tuổi. Vệ tinh COBE và WMAP đã phát hiện rằng nhiệt độ 2,7° Kelvin không thay đổi quá 30 phần triệu, ở mọi nơi trong vũ trụ, những thay đổi về nhiệt độ này tương ứng với các thăng giáng về mật độ vật chất. Chúng sẽ có ích cho các mầm thiên hà: lực hấp dẫn trong khi kéo vật chất về những vùng đặc nhất, sẽ làm cho những mầm thiên hà này nảy nở thành những thiên hà uy nghi. Cùng với sự giãn nở của vũ trụ, bức xạ hoa thạch là một trong hai hòn đá tảng của thuyết Big Bang.

Chuyển động lùi: chuyển động biểu kiến của các hành tinh đối với các ngôi sao ngược với chiều tự nhiên.

Cụm thiên hà: tập hợp khoảng 20 thiên hà liên kết bằng lực hấp dẫn, với kích thước khoảng 6 triệu năm ánh sáng, khối lượng trung bình dao động từ 1.000 đến 10.000 tỉ mặt trời.

Dải Ngân Hà: tên mang tính hình tượng của thiên hà chúng ta.

Đám sao cầu: một tập hợp hình cầu của khoảng 100.000 ngôi sao già liên kết với nhau bởi lực hấp dẫn.

Đám thiên hà: nhóm dày đặc gồm hàng nghìn thiên hà liên kết với nhau nhờ lực hấp dẫn, kích thước trung bình khoảng 60 triệu năm ánh sáng và khối lượng trung bình khoảng vài triệu tỉ khối lượng Mặt Trời.

Đĩa thiên hà: tập hợp các ngôi sao, khí và bụi trong một thiên hà hình xoắn ốc, dưới dạng một cái bánh tráng dẹt. Cái đĩa có đường kính khoảng 90.000 năm ánh sáng và độ dày 300 năm ánh sáng. Trong Ngân Hà, cứ 250 triệu năm, với vận tốc 230 km/s, các ngôi sao hoàn thành một vòng quay quanh tâm của thiên hà.

Electron: hạt cơ bản nhẹ nhất mang điện tích. Electron nặng $9x10^{-28}$ gam và mang điện tích âm.

Hành tinh: thiên thể hình cầu có đường kính hơn 1.000 km, không có nguồn năng lượng hạt nhân riêng, quay *quanh* một ngôi sao và được sao này chiếu sáng.

Hạt cơ bản: thành phần cơ bản của vật chất và bức xạ. Cái được gọi là "cơ bản" ấy cũng tiến hóa theo thời gian cùng với sự tiến bộ của tri thức. Chẳng hạn, proton và nơtron, mà trước đây người ta tưởng là hạt cơ bản, thì giờ lại được coi là do 3 hạt *quark* tạo thành. Electron, nơtrino và photon là những ví dụ của hạt cơ bản.

Hạt giữa các vì sao: hạt bụi nhỏ tầm một phần triệu centimet, sinh ra trong các vỏ bọc của sao kềnh đỏ. Nó hấp thu ánh sáng xanh của các ngôi sao, làm chúng kém sáng hơn và đỏ hơn.

Hạt nhân nguyên tử: tập hợp các proton và nơtron liên kết bằng lực hạt nhân mạnh. Điện tích của nó là dương và bằng tổng điện tích các proton. Hạt nhân nhỏ hơn 100.000 lần nguyên tử (kích thước của nó là 10^{-13} cm) và chỉ chiếm một phần triệu tỉ tổng thể tích của nguyên tử.

Heli: nguyên tố hoá học mà hạt nhân được tạo thành từ 2 proton và 2 nơtron (heli 4). Cũng tồn tại một dạng heli hiếm hơn mà nhân được tạo thành từ 2 proton và 1 nơtron (heli 3). Heli được tạo ra trong 3 phút đầu tiên của vũ trụ, và chiếm 1/4 khối lượng vũ trụ.

Hydro: nguyên tố hoá học nhẹ nhất. Các hạt nhân nguyên tử hydro, tạo thành từ 1 proton và 1 electron, chiếm 3/4 khối lượng vũ trụ.

Khoảng không (lỗ) của vũ trụ: phần của vũ trụ trải dài trên hàng chục triệu năm ánh sáng mà không có thiên hà nào.

Lỗ đen: kết quả của sự co sập lại của vật chất (ví dụ như của một ngôi sao có khối lượng lớn gấp 5 lần Mặt Trời) tạo ra một trường hấp dẫn lớn và một không gian cong đến nỗi vật chất và ánh sáng không thể

thoát ra được.

Lực điện từ: lực chi tác dụng lên các hạt tích điện. Nó làm cho các hạt mang điện tích trái dấu hút nhau và các hạt mang điện tích cùng dấu đẩy nhau.

Lực hạt nhân mạnh: là lực mạnh nhất trong 4 loại lực trong tự nhiên, nó hên kết các hạt *quark* để tạo thành proton và nơtron, rồi từ proton và nơtron tạo thành hạt nhân nguyên tử. Tầm tác dụng của nó chính là kích thước của các hạt nhân nguyên tử (10^{-13} cm). Lực này không tác động lên hạt photon và electron.

Lực hạt nhân yếu: lực gây ra sự phân rã của các hạt nhân nguyên tử và hiện tượng phóng xạ. Nó chỉ hoạt động ở thang hạ nguyên tử (10^{-15} cm).

Lực hấp dẫn: lực hấp dẫn tác dụng lên mọi khối lượng. Là lực yếu nhất trong các loại lực nhưng có tầm tác dụng xa nhất.

Mật độ tới hạn: mật độ của vật chất sẽ tạo ra một vũ trụ phẳng, không có độ cong nào và bằng 3 nguyên tử hydro trong một mét khối. Một vũ trụ có mật độ tới hạn sẽ chỉ ngừng giãn nở sau một khoảng thời gian vô tận. Một vũ trụ có mật độ lớn hơn mật độ tới hạn sẽ có một đường cong dương và sẽ co sập vào chính nó trong tương lai (ta gọi là nó đóng lại). Một vũ trụ có mật độ nhỏ hơn mật độ tới hạn sẽ có một đường cong âm và giãn nở vĩnh hằng (ta gọi là nó mở ra). Những quan sát có vẻ thiên về một vũ trụ mở.

Năm ánh sáng: khoảng cách mà ánh sáng (di chuyển với vận tốc 300.000 km/s) đi được trong một năm và bằng 9.460 tỉ km. Tương tự, 1 ngày ánh sáng = 26 tỉ km; 1 giờ ánh sáng = 1,1 tỉ km; 1 phút ánh sáng = 18 triệu km và 1 giây ánh sáng = 300.000 km

Năng lượng tối: được phát hiện năm 1998, thứ năng lượng này tạo nên 74% vũ trụ và sinh ra một lực phản-hấp dẫn có tác dụng đẩy (ngược với lực hấp dẫn có tác dụng hút), khiến cho vũ trụ giãn nở.

Nơtrino: hạt trung hòa về điện chỉ chịu tác dụng của lực hạt nhân yếu và, nếu có khối lượng thì nó còn chịu tác dụng của lực hấp dẫn. Được tạo ra rất nhiều từ những giây đầu của vũ trụ và một ít trong lõi các ngôi sao và trong các sao siêu mới, nơtrino có thể chiếm phần lớn khối lượng vũ trụ nếu khối lượng của nó bằng một phần triệu khối lượng của electron. Với khối lượng chỉ bằng 1/10.000 electron, lực hấp dẫn của nó có thể làm dừng sự giãn nở của vũ trụ và làm nó co sập lại. Hiện tại người ta không biết liệu nơtrino có khối lượng hay không.

Nơtron: hạt trung hòa về điện tạo thành từ 3 hạt *quark*, và cũng giống như hạt proton, nó là thành phần của hạt nhân nguyên tử. Nơtron nặng hơn 1.838 lần electron và hơi nặng hơn proton một chút.

Nguyên tố nặng: tập hợp những nguyên tố hoá học có hạt nhân nặng hơn hạt nhân của heli. Còn được gọi là "kim loại", những nguyên tố nặng này do các ngôi sao tạo ra.

Nhân hút lớn: Khối lượng lớn khoảng 100 triệu tỉ khối lượng Mặt Trời, bản chất chưa biết, hút các siêu đám lân cận (superamas) và có vẻ kéo rơi chúng về phía đó.

Nhóm địa phương: nhóm các thiên hà bao gồm dải Ngân Hà và thiên hà Tiên Nữ. Với mỗi thiên hà, một khối lượng khoảng 1.000 tỉ Mặt Trời, chúng thống trị khối lượng của nhóm địa phương. Các thành viên khác của nhóm địa phương là những thiên hà lùn từ khoảng 10 triệu đến 10 tỉ khối lượng Mặt Trời.

Proton: hạt mang điện tích dương, tạo thành từ 3 hạt *quark*; là thành phần của hạt nhân nguyên tử cùng với nơtron. Khối lượng proton lớn hơn electron 1.836 lần.

Phản hạt: hạt cơ bản tạo thành phản vật chất và chứa gần như cùng thành phần cấu tạo nên vật chất. Một trong những khác biệt chính là điện tích trái dấu. Phản hạt electron là positon, phản hạt proton là phản-proton v.v... Những hạt trung hoà như photon là phản hạt của chính nó. Khi tiếp xúc, những hạt và phản hạt hủy nhau để trở thành ánh sáng. Chúng ta sống trong một vũ trụ vật chất. Phản vật chất là cực kì hiếm: ta chỉ thấy chúng trong các tia vũ trụ hay trong các máy gia tốc hạt ở năng lượng cao.

Photon: hạt cơ bản của bức xạ, không khối lượng, di chuyển với vận tốc nhanh nhất có thể, 300.000 km/s; tuỳ vào năng lượng mà nó mang theo, nó có thể là một hạt photon, tia gama, tia X, tia cực tím, ánh sáng nhìn thấy được, tia hồng ngoại hay vô tuyến, xếp theo mức năng lượng giảm dần.

Pulsar: xem **Sao nơtron.**

Quark: hạt cơ bản cấu thành proton và nơtron, hạt *quark* chứa điện tích bằng 1/3 hay 2/3 điện tích của electron, và chịu tác dụng của lực hạt nhân mạnh. Hạt quark là một thực thể giả định, nó chưa bao giờ được cô lập trong phòng thí nghiệm.

Quasar: thiên thể có bề ngoài giống một ngôi sao (tên rút gọn từ tiếng anh "Quasi-star"), nhưng có ánh sáng thiên về màu đỏ, nghĩa là ở một khoảng cách rất xa. *Quasar* là những thiên thể xa xôi nhất và sáng nhất trong vũ trụ. Năng lượng cực lớn của nó có thể có nguồn gốc từ lỗ đen năng bằng 1 tỉ khối lượng Mặt Trời nuốt chửng những ngôi sao của thiên hà kề cận.

Sao chổi: khối băng và bụi có một lõi với kích thước khoảng vài km. Chỉ có thể nhìn thấy khi nó ở gần Mặt Trời và phản chiếu ánh sáng. Băng tan chảy dưới sức nóng của Mặt Trời, tạo thành cái đuôi dài theo hướng ngược lại với Mặt Trời, và nó có thể dài tới hàng trăm triệu km.

Sao kềnh đỏ: sao đã cạn nhiên liệu hydro và cháy bằng heli. Năng lượng toả ra nhờ đốt cháy khí heli làm phồng vỏ sao đến một kích thước lớn hơn vài chục lần kích thước ban đầu, làm nó trở thành khổng lồ. Đồng thời, bề mặt sao nguội đi làm cho ánh sáng của nó có màu đỏ.

Sao lùn đen: sao lùn trắng sau khi đã phát tán hết năng lượng chuyển động của các electron trong không gian. Nó trở thành một xác sao không nhìn thấy được.

Sao lùn trắng: sao nhỏ (vì thế được gọi là lùn: đường kính của nó khoảng 10.000 km, tức là bằng đường kính của Trái Đất) và đặc (từ 10^5 đến 10^8 g/cm^3). Nó là kết quả của sự co sập một ngôi sao đã cạn nhiên liệu và nhỏ hơn 1,4 lần khối lượng Mặt Trời. Các electron của sao lùn trắng không chịu được sự nén chặt và tạo ra sức ép đối chọi với lực hấp dẫn, ngăn không cho sao bị co sập hơn nữa. Chuyển động của các electron làm nóng sao lùn tạo ra ánh sáng trắng trong không gian.

Sao nơtron: thiên thể rất nhỏ (bán kính 10 km) và đặc (10^{14} g/cm^3), kết quả của sự co sập một ngôi sao mà khối lượng gấp khoảng từ 1,4 đến 5 lần khối lượng Mặt Trời và đã cạn nhiên liệu. Tạo thành gần như toàn bằng nơtron, nó quay nhanh và phát ra chùm ánh sáng vô tuyến quét qua Trái Đất sau mỗi vòng quay. Việc quét này tạo ra từ những tín hiệu cách đều nhau, vì tính chất này mà nó còn được gọi là "pulsar", sao xung động.

Sao: khối khí cầu chứa 98% hydro và heli, và 2% là các nguyên tố nặng, cân bằng dưới tác dụng của hai lực có độ lớn bằng nhau và ngược hướng nhau: lực hấp dẫn nén nó, và lực bức xạ sinh ra từ phản ứng hạt nhân trong lòng nó và có xu hướng làm nó phát nổ. Mặt Trời có khối lượng $2x10^{33}$ g và khối lượng của các sao có thể dao động từ 0,1 đến 100 lần khối lượng Mặt Trời.

Siêu đám địa phương: siêu đám trong đó có Ngân Hà (vì thế được gọi là "địa phương"). Cụm địa phương chứa Ngân Hà nằm ở rìa của cái đĩa hình bánh tráng dẹt của siêu đám, ở trung tâm là đám thiên hà gọi là Trinh Nữ (siêu đám địa phương còn được biết dưới tên "siêu đám Trinh Nữ").

Siêu đám thiên hà: tập hợp hàng chục nghìn thiên hà thành cụm và thành đám, liên kết bằng lực hấp dẫn. Có dạng một chiếc bánh tráng dẹt và kích thước trung bình khoảng 90 triệu năm ánh sáng, các siêu đám có khối lượng lớn gấp khoảng 10 triệu tỉ (10^{16}) lần khối lượng Mặt Trời.

Tia gamma: hạt ánh sáng nhiều năng lượng nhất.

Tia vũ trụ: hạt (chủ yếu là proton và electron) được gia tốc với năng lượng rất cao bởi các sao siêu mới và từ trường trong không gian giữa các vì sao.

Tia X: hạt ánh sáng nhiều năng lượng nhất sau tia gamma.

Tiểu hành tinh: thiên thạch mà kích thước có thể đạt tới 1.000 km, nhưng hình dạng không đều đặn; thực ra, nó không đủ nặng để được lực hấp dẫn đeo gọt thành hình cầu như hành tinh của chúng ta.

Tinh vân hành tinh: vỏ khí thoát ra từ sự co sập của một ngôi sao nhỏ hơn 1,4 lần khối lượng Mặt Trời thành sao lùn trắng và chiếu sáng bằng bức xạ của sao này.

Thăng giáng của mật độ: bất thường trong mật độ của vũ trụ tạo mầm mống cho các thiên hà. Những bất thường này được tạo ra từ những thăng giáng nhiệt độ rất nhỏ của bức xạ hoá thạch. Những dao động này đã được đo đạc bằng vệ tinh COBE và WMAP. Nó vào khoảng 30 phần triệu độ.

Thiên hà: tập hợp từ 10 triệu (với một thiên hà lùn) đến 10.000 tỉ (đối với một thiên hà khổng lồ) ngôi sao liên kết với nhau bằng lực hấp dẫn, thiên hà là đơn vị cơ bản của cấu trúc vũ trụ. Một thiên hà trung bình (như Ngân Hà) chứa 100 tỉ Mặt Trời.

Thiên hà có nhân hoạt tính: thiên hà mà phần lớn nhất của ánh sáng và năng lượng đến từ vùng trung tâm, gọi là "nhân", có kích thước rất nhỏ (từ vài giờ ánh sáng đến vài tháng ánh sáng, nhỏ hơn hàng tỉ lần so với một thiên hà trọn vẹn). Năng lượng này có thể do hoạt động của một lỗ đen có khối lượng cỡ vài chục triệu khối lượng Mặt Trời nằm ở tâm của thiên hà, nó nuốt chửng những ngôi sao đến gần.

Thiên hà elip: thiên hà mà hình dáng phẳng chiếu trên trời có hình elip. Nó thường chứa phần lớn các ngôi sao già, có ít hoặc không có khí hay bụi.

Thiên hà háu ăn: quá trình chuyển động của một thiên hà bị hãm lại vì lực hấp dẫn của một thiên hà khác lớn hơn, và rơi vào vòng xoáy của thiên hà lớn này rồi bị nó nuốt chửng. Thiên hà bị ngốn mất bản sắc, các ngôi sao của nó bị trộn lẫn vào với các ngôi sao của thiên hà háu ăn đó.

Thiên hà không định hình: thường là thiên hà lùn, không xoắn ốc và cũng không có hình elip. Nó chứa phần lớn là các ngôi sao trẻ, với rất nhiều khí và bụi.

Thiên hà lùn: thiên hà có kích thước và khối lượng nhỏ. Kích thước trung bình khoảng 15.000 năm ánh sáng, tức là nhỏ hơn 6 lần so với một thiên hà bình thường. Khối lượng dao động từ 10 triệu đến 10 tỉ lần khối lượng Mặt Trời, tức là nhỏ hơn từ 100 đến 100.000 lần khối lượng của một thiên hà bình thường. Các thiên hà lùn có thể ở dạng elip hoặc không định hình, nhưng dường như không tồn tại các thiên hà xoắn ốc lùn.

Thiên hà Tiên Nữ: thiên hà song sinh của Ngân Hà, còn được biết với tên Messier 31, cách chúng ta 2,3 triệu năm ánh sáng. Cả hai thiên hà này trội hơn hẳn về khối lượng trong nhóm địa phương.

Thiên hà xoắn ốc: thiên hà có một tập hợp hình cầu gồm các ngôi sao (gọi là "bầu") ở giữa một đĩa sao phẳng cũng chứa khí và bụi giữa các vì sao. Những ngôi sao trẻ và sáng xếp thành những nhánh nhỏ, có dạng xoắn ốc quanh đĩa.

Thuyết vũ trụ dừng: thuyết vũ trụ dựa trên nguyên lí vũ trụ hoàn hảo, theo đó vũ trụ là như nhau tại mọi nơi và tại mọi thời điểm. Để bù lại việc chân không được tạo ra giữa các thiên hà vì sự giãn nở của vũ trụ, thuyết này phải viện đến sự sản sinh không ngừng của vật chất.

Vật chất tối: Sự tồn tại của vật chất tối được suy ra từ việc nghiên cứu chuyển động của các ngôi sao và khí trong các thiên hà và các thiên hà trong các đám. Những quan sát chỉ ra rằng vũ trụ chứa 25% vật chất tối, trong đó, 3,5% là vật chất tối thông thường (proton, nơtron và electron), và 22% vật chất tối "ngoại lai" mà bản chất chưa được biết đến. Vật chất tối ngoại lai này được tạo nên từ những hạt năng sinh ra sinh ra trong những giây đầu tiên của Big Bang.

Vũ trụ luận: nghiên cứu những cấu trúc lớn của vũ trụ và sự phát triển của nó.

DANH MỤC MINH HỌA

BÌA

Bìa 1 Tinh vân Aigle với các dải OII, OIII và H-Alpha, ảnh của WIRO.

Bìa 4 Thiên hà xoắn ốc được nhìn ở mặt bên.

PHỤ BẢN

1 Tinh vân Orion.

2-3 Cặt đôi thiên hà trong sự tương tác (Arp 87) được chụp bởi kính thiên văn *Hubble*.

4-5 Đám mây lớn trong tinh vân Carina, như trên.

6-7 Đám thiên hà Abell 1689, như trên.

8-9 Tinh vân Lagune (M8) trong chòm sao Nhân Mã.

11 Mặt Trời, vành nhật hoa trong ánh sáng trắng.

CHƯƠNG 1

12 "Mặt Trời đi qua cơ thể của nữ thần Nut, thần Bầu trời", quách của Tachapen-Khonson, bằng gỗ quét sơn, 700 năm TCN, bảo tàng Louvre, Paris.

13 Hệ thống của thế giới, tiểu họa trong tác phẩm *Les echecs amoureux* (Tiếng vọng tình yêu) Louise de Savoie, thế kỉ XV, Thư viện Quốc gia Pháp, Paris (BnF).

14 Người phụ nữ trước thần Ra Horakti, bìa của Tentperet-Dame Tenet Chenet, khắc gỗ và sơn, giai đoạn cuối Ai Cập cổ đại, Bảo tàng Louvre, Paris.

14-15 Shiva Nataraja, thần nhảy múa trong vòng lửa (vũ trụ) và dẫm lên một con quỷ lùn, bằng đồng, phong cách nam Ấn Độ, bảo tàng Guimet, Paris.

16 (trên) Nhà hiền triết Trung Hoa nghiên cứu âm và dương, tranh thêu Trung Hoa, thế kỉ XIX, Bảo tàng Anh, Luân Đôn.

16 (dưới), **17** (trên), **17** (giữa), **17** (dưới) Hệ hành tinh theo Ptolemy trong *Liber Floridus*, Lambert de Daint-Omer, BnF.

18 Bản thảo *Art* (Nghệ thuật) của Eudoxus bằng tiếng Hi Lạp cổ, viết trên giấy chỉ thảo, các họa tiết thiên văn với các cung hoàng đạo, Ai Cập, thế kỉ II, bảo tàng Louvre, Paris.

19 Vũ trụ và đội quân các thiên thể, khắc gỗ trong *Liber*, Hartman Schedel, 1493, Bảo tàng Anh, Luân Đôn.

20 "Hệ thống thế giới" trang bìa giả trong *Almagestum novum*, Riccioli, 1651, BnF.

21 Hệ mặt trời và hành tinh theo Copernic, khắc màu của Jean Baptiste Homan, 1700, BnF.

22 (trên) Thứ tự của các thiên thể theo Tycho Brahe, khắc đồng của Nicolas de Fer, 1670, BnF.

22 (dưới) Đài thiên văn *Stjerneborg*, tranh của Heinrich Hansen, 1882, Bảo tàng Lịch sử Quốc gia Frederiksborg.

23 Sao chổi năm 1577, khắc màu.

24 Các pha của Mặt Trăng, bản thảo của Galilei. Thư viện Quốc gia, Florence.

25 Chân dung Galilei, tranh của Ottavio Leoni, 1624, Bảo tàng Louvre, Paris.

26 Tinh cầu, tranh khắc trong Mysterium Cosmographicum, Johannes Kepler, 1596, BnF.

27 (trên) Kính thiên văn *Newton*, 1672

27 (dưới) *Hành tinh*, tranh của Joseph Wright, 1766, Bảo tàng và phòng trưng bày nghệ thuật, Derby.

28 (trên) Thiên hà xoắn ốc Messier 51, tranh vẽ của Rosse, 1845. Thư viện Quan sát, Paris.

28 (dưới) Xây dựng kính thiên văn khổng lồ của Rosse, in litô.

29 (trên) Chân dung hầu tước Laplace, tranh của Alphomse Carrière, Bảo tàng Quan sát, Paris.

29 (dưới) Thiên hà xoắn ốc Messier 99, tranh của Rosse, 1845, như trên.

CHƯƠNG 2

30 Thiên hà xoắn ốc Tiên Nữ

31 Kính thiên văn vô tuyến *VLA*, ở New Mexico.

32 Mái quay của đài quan sát ở Trường Quân sự Paris, bút lông và màu nước, thế kỉ XVIII. Lưu trữ quốc gia về nghệ thuật và nghề nghiệp, Paris.

33 (trái) Kính thiên văn Hale, trên đỉnh Palomar, tranh của R. W. Porter, 1939.

33 (phải) Vòm của kính thiên văn *Hale*, như trên.

34 (trái) Centaurus A, thiên hà có nhân

hoạt tính, phát ra các tia radio, dưới ánh sáng nhìn thấy được.

34 (phải) Centaurus A dưới ánh sáng radio.

35 (trên) Centaurus A dưới tia X, do kính thiên văn Chandra chụp được.

35 (dưới) Kính thiên văn *VLT* trên đỉnh Paranal (Chile).

36 Các ảnh sáng khác nhau, đồ họa tin học, tranh của Emmanuel Calamy.

37 (trên) Kính thiên văn *Hubble*, tranh của Paul Hudson.

37 (dưới) Đám thiên hà Abell 1689, ảnh chụp của kính thiên văn Hubble.

38 (trên) Ngân Hà trong *Catalogue d'étoille*, William Herschel.

38-39 (dưới) Mặt cắt Ngân Hà, minh họa của P.-M Valat.

39 (trên) Đám sao cầu trong chòm sao Vũ Tiên.

40-41 Ngân Hà dưới ánh sáng radio, ở tần số 408 MHz.

42-43 Ngân Hà dưới ánh sáng hồng ngoại.

44 (dưới) Trung tâm thiên hà dưới ánh sáng hồng ngoại.

44-45 (trên) Ngân Hà dưới ánh sáng nhìn thấy được.

44-45 (dưới) Ngân Hà dưới ánh sáng tia X.

46 (trái) Tinh vân Tiên Nữ, tranh vẽ của Messier, Viện Hàn lâm Khoa học.

46-47 "Các Đảo-Vũ trụ", tranh khắc trong *Một lí thuyết mới về vũ trụ* của Thomas Wright, 1750.

47 (phải) Một ngôi sao biến quang được Hubble phát hiện trong thiên hà Tiên Nữ.

48-49 Họa đồ của Hubble, tin học đồ họa, tranh của E. Calamy.

48 (dưới) Thiên hà elip Messier 87 (NGC4486).

49 (dưới) Thiên hà Mũ rộng vành (M104) do kính thiên văn *Hubble* chụp.

50 (trái) Thiên hà NGC 2997.

50 (phải) Thiên hà NGC 89, được máy tính làm sắc nét.

51 Thiên hà không định hình M82, ảnh do kính thiên văn *Hubble* chụp.

52 (trên) Giả định trên máy tính về vụ va chạm của hai thiên hà.

52 (dưới) Thiên hà Con Chuột trong vụ va chạm, như trên.

53 Thiên hà ăn thịt đồng loại.

54 Quasar 3C273, hình ảnh tia X

55 (trái) Tia sáng phát ra từ tâm thiên hà elip Messier 87

55 (phải) Tia sáng phát ra từ tâm thiên hà Messier 87 dưới ánh sáng radio.

56-57 "Điệu ba lê của vũ trụ", minh họa của P.-M. Valat.

58 Đám thiên hà Trinh Nữ.

59 (trên) Sự phân bố của các thiên hà thành dạng sợi, họa đồ của Sloan Digital Sky Survey.

59 (dưới) Mô phỏng vũ trụ trên máy tính, tư liệu của Bestschinger.

CHƯƠNG 3

60 Buồng bọt

61 "Cần phải mang hết ra chợ đen!", tranh của Jean Effel trong La Création du monde (Sáng tạo thế giới, 1961.

62 *Chiến thắng của Thánh Thomas Aquinas*, tranh của Gozzoli, thế kỉ XV, Bảo tàng Louvre, Paris.

63 Edwin Hubble bên cạnh kính thiên văn Schmidt, đường kính 1,2 m, trên đỉnh Palomar ở California.

64 (trên) Bề mặt một quả bóng giãn ra minh họa cho sự giãn nở của vũ trụ.

64-65 (dưới) Vũ trụ sinh ra từ Big Bang.

66 (trái) **66** (phải) Vũ trụ dừng.

67 Tranh kính màu thể hiện một vũ trụ đang giãn nở.

68 (trên) Chân dung George Gamow.

68-69 (dưới) Kính thiên văn vô tuyến ở Phòng thí nghiệm công ti Bell.

69 (trên) Vệ tinh COBE dưới cái nhìn của một nghệ sĩ.

70-71 Họa đồ về bức xạ hóa thạch của vũ trụ do vệ tinh WMAP thực hiện.

72 Một thể hiện mang tính nghệ thuật về lí thuyết Big Bang của Franck Malina.

72-73 Hạt và phản hạt lúc khởi đầu vũ trụ, đồ họa tin học, tranh của E. Calamy.

74, 75 (trên) Các hạt *quark* hợp thành hạt nhân, rồi các hạt nhân kết hợp với electron để tạo nên

các nguyên tử, đồ họa tin học, tranh của E. Calamy.

75 (dưới) Các mầm thiên hà.

76-77 Lịch sử vũ trụ, đồ họa tin học, tranh của E. Calamy.

CHƯƠNG 4

78 Bụi và khí trong vườn ươm sao IC 1283-4, trong chòm sao Nhân Mã.

79 Phần còn lại của sao siêu mới dưới ánh sáng radio.

80 Tinh vân Orion dưới ánh sáng nhìn thấy được, do NOAO chụp.

81 Tinh vân Orion dưới ánh sáng hồng ngoại, do tàu *Spitzer* chụp.

82 Sao chổi West.

83 Các vết Mặt Trời, ảnh chụp của Viện Vật lí về Mặt Trời, Stockholm.

84-85 Vành nhật hoa Mặt Trời, ảnh chụp bằng ánh sáng tử ngoại của Soho.

86 Vành nhật hoa Mặt Trời dưới ánh sáng tử ngoại.

87 (trên) Vành nhật hoa, sự tương tác giữa Mặt Trời với Trái Đất, dưới ánh sáng tử ngoại

87 (dưới) Vành nhật hoa Mặt Trời, ảnh đã được máy tính làm rõ nét.

88-89 (trên) Bên trong một ngôi sao, đồ họa tin học, tranh của Calamy.

89 (giữa) Sao kềnh đỏ.

89 (dưới) Chuyển năng lượng từ tâm ra phía bề mặt mặt trời, đồ họa tin học của Calamy.

90 Lát cắt mỏng của thiên thạch.

91 Tinh vân hành tinh Helix, ảnh do kính thiên văn *Hubble* chụp.

92 (trái), 92 (phải) Trước và sau khi xuất hiện sao siêu mới 1987 A.

93 Vành đai vật chất ở vị trí của sao siêu mới 1987 A, ảnh do kính thiên văn Hubble chụp.

94 (trên) Sao nowtron Cygnus X-2.

94 (dưới) Tinh vân Con Cua.

95 (trên) Pulsar nhấp nháy dưới ánh sáng tia X trong tinh vân Con Cua.

95 (dưới) Pulsar, minh họa của Valat.

96 Lỗ đen, đồ họa tin học của Calamy.

97 Sao nặng trên quỹ đạo quanh lỗ đen Cygnus X-1.

98-99 Cuộc sống và cái chết của một ngôi sao, minh họa của Valat.

100 Phần còn lại của sao siêu mới trong Đám mây Magellan Lớn.

101 (trên) Chiếc vòng của người Celt, Bảo tàng Anh, Luân Đôn.

101 (dưới) Cái đục bằng sắt của Riva del Garda, nghệ thuật La Mã, thế kỉ I, Bảo tàng văn minh La Rocca.

CHƯƠNG 5

102 Dung nham núi lửa Kilauea phun xuống Thái Bình Dương, ngày một lớn hơn tạo thành đảo Hawaii.

103 Sinh vật khởi thủy.

104 (trên) Hạt bụi giữa các vì sao.

104 (dưới) Cấu trúc phân tử của nước, metal và amoniac, đồ họa tin học của Calamy.

105 Mây bụi trong tinh vân Aigle, ảnh do kính tiên văn Hubble chụp.

106 Sự sinh ra của Hệ Mặt Trời, đồ họa tin học của Calamy.

107 Mộc Tinh và các hành tinh của nó.

108-109 Hệ Mặt Trời, minh họa của Valat.

110 (trên) Miệng núi lửa Cunitz và núi lửa Cuna Mons trên Kim Tinh, ảnh do tàu thăm dò Magellan chụp.

110-111 (dưới) Băng và bụi ở cực bắc Hỏa Tinh, ảnh chụp từ tàu Express Mars.

111 (trên) Miệng núi lửa trên bề mặt Thủy Tinh, ảnh chụp từ tàu Messenger.

112 Các vành đai của Thổ Tinh, ảnh chụp từ tàu thăm dò Cassini.

113 Mộc Tinh, như trên.

114 (trên và dưới) Hải Vương Tinh, ảnh chụp từ tàu Voyager 2.

115 (trên) Thiên Vương Tinh, như trên.

115 (dưới) Diêm Vương Tinh và vệ tinh Charon, ảnh chụp từ kính thiên văn Hubble.

116 Tiểu hành tinh Meteor Crater ở Arizona.

117 Mưa sao băng Leonids.

118 (trên) Sóng biển.

118 (dưới) Chuỗi xoắn kép ADN.

119 Trái Đất nhìn từ tàu Apollo 11.

120 (trên) "Quang

cảnh lí tưởng thời kì đầu tiên của kỉ Jura", in litô trong tác phẩm " Sáng tạo giới tự nhiên và các sinh vật, Dr. Rengade, BnF.

120 (dưới, trái) 120 (dưới, phải) Hỏa thạch.

121 Phong cảnh thời tiền sử, tranh khắc.

122 (trên) Kim Tinh, ảnh chụp từ tàu Magellan.

122-123 (dưới) Bề mặt Hỏa Tinh do Viking chụp.

123 (trên) Lỗ thủng tầng ozon ở Nam Cực.

124 (trên) Sao Beta Pictoris và đĩa của nó dưới ánh sáng hồng ngoại.

124 (dưới) Miếng nhôm trên tàu *Pioneer* 10 và 11.

125 (trái) Kính thiên văn vô tuyến của trạm quan sát Arecibo (Puerto Rico).

125 (phải) Thông điệp radio của *Arecibo*.

126 Dãy kính thiên văn vô tuyến *Allen* của Viện Seti.

127 Trạm vũ trụ quốc tế năm 2008.

128 Tàu *Phoenix Mars Lander* trên cực bắc của Hỏa Tinh dưới cái nhìn của một nghệ sĩ.

TRA CỨU THEO VẦN

1987 A (sao siêu mới) 93

3C273 (quasar) 54

Abell 1689 (đám thiên hà) 37

ADN 73, 105, 118, 119, 126

Aigle (vườn ươm sao)105

Allen (kính thiên văn vô tuyến) 126

Alpher, Ralph 68

Amoniac 104, 105, 118

Anaximander 17

Ánh sáng 67, 71

- Gamma 35, 37, 54, 55
- Hồng ngoại 36, 37
- Nhìn thấy được 35, 45, 54, 55, 78
- Radio 35, 36, 41, 54, 55
- Tia X 35, 36, 37, 45, 54, 55, 94, 94, 97
- Tử ngoại 36, 37, 54, 81, 55, 104, 118, 120, 123
- Vi sóng 36

Arecibo (kính thiên văn vô tuyến) 125, 126

Aristotle 18, 19, 21, 23, 26, 63

Âm và dương 15, 16, 17

Beta Pictoris (sao) 124

Big Bang 34, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 77, 101, 142

Bondi, Hermann 66

Brahe, Tycho 21, 23, 24, 26, 93

Buồng bọt 61

Bức xạ hóa thạch 66, 67, 68, 69, 71, 73

Callisto 120

Cassini (tàu thăm dò) 113

Centaurus A (thiên hà) 35

Charon 115

Chúa Trời/ Thượng Đế 18, 19, 20, 21, 27, 28, 29

COBE (vệ tinh) 71

Con Chuột (thiên hà) 52

Con Cua (tinh vân) 93, 95

Copernicus, Nicolas 21 22, 23

Cuộc cách mạng Copernicus 21, 23

Cygnus X-1 97

Cygnus X-2 94

Dante 72

Darwin, Charles 29, 120

Detector

- Điện tử 34, 50
- Hồng ngoại 81
- Nơtrino 93

Diêm Vương Tinh 38, 115

Đám mây Magellan Lớn 55, 92, 93, 100

Đám sao cầu 39, 125

Động vật có vú 121

Einstein, Albert 67

Electron 41, 55, 72, 74, 75, 80, 82, 95, 100, 101

Eudoxus 18

Fraunhofer, Joseph 35

Frederik II (Đan Mạch) 23

Galilei 24, 25, 26

Gamow, George 66, 68, 69

Gió Mặt Trời 82

Guth, Alan 72

Hải Vương Tinh 107, 114

Hale (kính thiên văn) 33

Hành tinh 103, 106, 107, 111, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 122, 123, 124, 125, 126

Hạt 72, 73, 77

Hawaii (đảo) 33, 34, 103

Heli 48, 74, 75, 77, 80, 81, 86, 89, 100, 101, 107, 113

Helix (tinh vân) 91
Hermann, Robert 68
Herschel, William 38, 45, 46
Hệ Mặt Trời (xem Mặt Trời) 22, 29, 38, 39, 47, 82, 106, 107, 124, 125, 126
Hiệu ứng nhà kính 123
Hỏa Tinh 107, 116, 111, 122, 126, 127
Homo sapiens 121
Hoyle, Fred 66
Hubble (kính thiên văn không gian) 37, 48, 49, 51, 93, 115
Hubble, Edwin 46, 47, 28, 62, 63
Hydro 48, 51, 65, 66, 74, 75, 77, 80, 88, 89, 101, 105, 107, 113, 118, 125, 126

IRAS (vệ tinh) 45

Kant, Immanuel 46, 47
Keck (kính thiên văn) 33
Kepler, Johannes 25, 26, 29, 37
Khí cacbonic 118
Khủng long 121
Kilauea (núi lửa) 103
Kim Tinh 24, 111, 122, 123
Kính thiên văn 23, 25, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 37, 43, 45, 47, 63, 66, 68, 92, 93, 127
Kính thiên văn vô tuyến 31, 68, 125, 126, 127
Kính tứ phân 23
Kuiper (vành đai tiểu hành tinh) 115

Lam phát (giai đoạn) 72, 77
Laplace, Pierre Simon de 28, 29
Leonids (sao băng) 117
Lỗ đen 29, 35, 45, 54, 55, 95, 96, 97, 100
Lực
  Điện từ 73, 74, 96, 101, 105
  Hấp dẫn 73, 75
  Hạt nhân 73, 74

Magellan (tàu thăm dò) 111
Malina, Franck 72
Magiê 87, 105
Mariner 9 (tàu thăm dò) 111
Mars Express (tàu vũ trụ) 111
Máy gia tốc hạt 61
Mặt Trăng 17, 18, 24, 25, 27, 107
Mặt Trời 17, 18, 21, 25, 36, 38, 39, 82, 85, 88, 90, 91, 106, 107, 120, 127
Messenger (tàu thăm dò) 111
Messier 13 (đám sao cầu) 126
Messier 51 (tinh vân) 28
Messier 82 (thiên hà) 51
Messier 84 (thiên hà) 58
Messier 86 (thiên hà) 58
Messier 87 48, 55
Messier 99 (tinh vân) 28
Messier, Charles 47
Metal 104, 105, 118
Meteor Crater (Arizona) 116
Miller, Stanley 118
MKN 86 (thiên hà) 51
Mộc Tinh 25, 107, 116, 112, 114
Môi trường/ không gian giữa các vì sao 101, 104-105
Mũ rộng vành (thiên hà) 49

N49 (sao siêu mới) 100
NASA 69, 71, 124
Newton, Isaac 26, 27, 29, 37, 38, 61, 63, 65
Ngân Hà 23, 31, 37, 38, 39, 41, 43, 45, 46, 55, 62, 65, 68, 80, 93, 100, 106, 124
NGC 2997 (thiên hà) 50
NGC 89 (thiên hà) 50
Nghị định thư Montréal 123
Nguyên tử 72, 73, 75, 77, 97, 100, 101, 104-105, 106
Nhân Mã (chòm sao) 39, 79
Nhóm địa phương 55, 58
Niepce, Nicéphore 34
Nơron 121
Nơtrino 72, 74, 77
Nơtron 72, 74, 77, 89, 92
Nut, nữ thần 13, 15
Nước 104, 105, 118, 122

Orion (tinh vân) 80, 81
Oxy 89, 90, 104, 105, 120
Ozon 120, 123

Palomar (đỉnh) 33, 34, 63
Parsons, William 28
Pascal, Blaise 53
Penzias, Arno 68, 69
Phản vật chất 72, 73
Phoenix (tàu thăm dò) 111
Photon (xem ánh sáng) 72, 73, 74, 75, 77
Pioneer 10 và 11 (tàu thăm dò) 124
Plato 17, 18, 26, 63
Protein 119
Proton 73, 74, 75, 80, 82, 98, 95, 101

Ptolemy 17, 18
Pulsar 94, 95, 100
Pythagoras 17, 26

Quark 72, 74, 77
Quasar 53, 54

Ra (thần Mặt Trời) 14, 15
Rosat (vệ tinh) 94

Sao 47, 48, 50, 51, 75, 77, 79, 80-81, 82, 88, 89, 90, 91, 92-95, 96, 97, 99, 100, 101
Sao chổi 23, 24, 47, 82, 117
Sao kênh đỏ 88, 89, 93, 104
Sao lùn đen 90, 91
Sao lùn trắng 89-91
Sắt 101, 105
Schmidt (kính thiên văn) 63
Shapley, Harlow 39
Siêu đám địa phương 23, 24, 41, 82, 92, 93, 94, 95, 100-101, 104
Sloan Digital Sky Survey 59
Soho (vệ tinh) 85
Spitzer (kính thiên văn không gian) 81
Stjerneborg (đài quan sát) 23
Sự giãn nở của vũ trụ 64-65
Sự sống 89, 103, 117, 118, 120, 121, 122, 123
Sự sống ngoài Trái Đất 122, 124-126, 127
Sự xuất hiện của con người 121
Tàu thăm dò không gian 111, 113, 114, 124
Telstar (vệ tinh) 69
Tempel-Tuttle (sao chổi) 117
Thales 17
Thiên Lang A 90
Thiên Lang B 90
Thiên hà 31, 35, 37, 38, 39, 46, 47, 48-49, 50, 51, 52-53, 54, 55, 57, 58, 59, 65, 71, 75, 80, 81, 106
  Có nhân hoạt tính 55
  Elip 35, 47, 48, 49, 52, 53, 55, 58
  Không định hình 47, 48, 50, 51
  Xoắn ốc 47, 48, 50, 51, 58
Thiên Hậu (chòm sao) 23, 93
Thiên Nga (chòm sao) 97
Thiên văn học vô tuyến 31, 125, 126, 127
Thiên Vương Tinh 107, 114
Thói ăn thịt đồng loại của thiên hà 52, 97
Thomas Aquinas 18, 19, 63
Thổ Tinh 22, 105, 113, 121
Thủy Tinh 107, 111
Tiên Nữ (thiên hà) 31, 47, 55
Tiểu hành tinh 116, 117
Tinh vân 28, 46, 47, 81, 82, 90, 91
Tốc độ/ vận tốc ánh sáng 32, 125
Trái Đất 17, 18, 21, 22, 23, 66, 82, 90, 103, 107, 116-119, 123, 124
Trạm vũ trụ quốc tế 127
Trinh Nữ (đám thiên hà) 48, 49, 55, 58
Từ trường 41, 55, 95

Uraniborg (đài quan sát) 23
Urey, Harold 118
Vạn vật hấp dẫn (định luật) 26, 27

Vật chất 67, 72, 73
Vật chất tối 58, 65, 71
Vệ tinh không gian 93
Vết Đỏ Lớn 113
Vết Tối Lớn 114
VLA (kính thiên văn vô tuyến) 31
VLT (kính thiên văn) 34
Voyager 1 và 2 (tàu thăm dò) 114, 124
Vụ co lớn 15, 64
Vũ trụ 55, 64, 65, 69, 72, 74
  Của người Cơ đốc 19
  Copernicus 22
  Địa tâm 17, 21, 23
  Nhật tâm 23, 26
  Của người Trung Hoa 15
  Newton 27
  Nguyên thủy 68
  Thần thoại Ấn Độ 15
Vũ trụ dừng (thuyết) 65, 66, 69
Vũ trụ luận
  Của người Babylon 15
  Của thời Trung cổ 13
  Của người Ai Cập 13, 15
  Của người Hi Lạp 16, 17
Vườn ươm sao 80, 81, 105
Wesst (sao chổi) 82
Wilson (đỉnh) 33, 47
Wilson, Robert 68, 69
WMAP (vệ tinh) 71
Wright, Thomas 47

Xuất hiện các loài động vật 120, 121

Zwicky, Fritz 58

Le destin de l'univers - Le Big Bang, et après
By Trinh Xuan Thuan
© Editions Gallimard, France, 1992, 2008

Xuất bản theo Hợp đồng chuyển nhượng bản quyền giữa
Editions Gallimard và Nhà xuất bản Kim Đồng, 2014
Bản quyền bản tiếng Việt thuộc về Nhà xuất bản Kim Đồng, 2015

Biên mục trên xuất bản phẩm của Thư viện Quốc gia Việt Nam

Trịnh Xuân Thuận
Số phận của vũ trụ : Big Bang và sau đó / Trịnh Xuân Thuận. - Tái bản lần thứ 1. - H. : Kim Đồng, 2016. - 144tr. : ảnh, tranh vẽ ; 21cm. - (Khám phá thế giới)
ISBN 9786042055260

1. Vũ trụ 2. Khoa học thường thức
523.1 - dc23

KDL0832p-CIP

SỐ PHẬN CỦA VŨ TRỤ

(Tái bản lần thứ nhất)

NHÀ XUẤT BẢN KIM ĐỒNG
55 Quang Trung, Q. Hai Bà Trưng, Hà Nội
ĐT: 04 3943 4730 - 04 3942 8632 - FAX: 04 3822 9085
Website: http://www.nxbkimdong.com.vn - Email: kimdong@hn.vnn.vn

CHI NHÁNH NXB KIM ĐỒNG TẠI MIỀN TRUNG
102 Ông Ích Khiêm, TP. Đà Nẵng
ĐT: 0511 3812 333 - 0511 3812 335 - FAX: 0511 3812 334
Email: cnkimdongmt@nxbkimdong.com.vn

CHI NHÁNH NXB KIM ĐỒNG TẠI TP. HỒ CHÍ MINH
248 Cống Quỳnh, Q.1, TP. Hồ Chí Minh
ĐT: 08 3925 1001 - 08 3925 0987 - FAX: 08 3925 1012
Email: cnkimdong@nxbkimdong.com.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản - Giám đốc: PHẠM QUANG VINH
Chịu trách nhiệm bản thảo - Phó Giám đốc: VŨ THỊ QUỲNH LIÊN
Biên tập: HOÀNG THANH THỦY
Trình bày bìa: TÔ HỒNG THUỶ
Sửa bài: NGUYỄN ÁNH LY

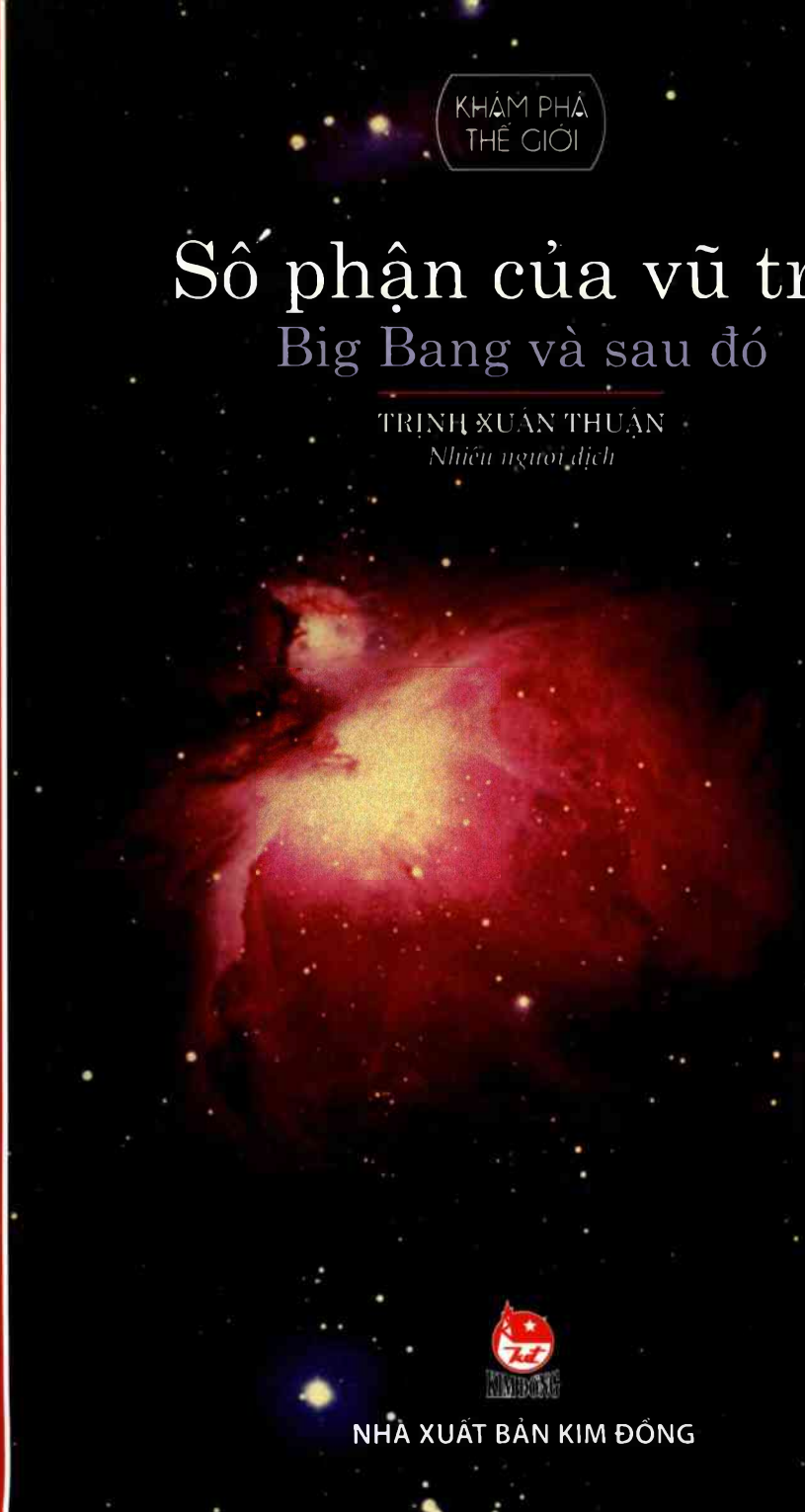
In và gia công 2.000 bản - Khổ 14,5 cm x 20,5 cm - Tại Công ty CP In và Văn Hóa Phẩm Hà Nội
Địa chỉ: Thôn An Hạ, xã An Thượng, huyện Hoài Đức, Hà Nội
Số xác nhận đăng kí xuất bản: 3588-2016/CXBIPH/3-190/KĐ cấp ngày 18/10/2016
Quyết định xuất bản số: 555/QĐKĐ kí ngày 31/10/2016
In xong và nộp lưu chiểu tháng 11/2016

KHÁM PHÁ THẾ GIỚI

Số phận của vũ trụ

Big Bang và sau đó

TRỊNH XUÂN THUẬN
Nhiều người dịch



NHÀ XUẤT BẢN KIM ĐỒNG

Cảnh tượng vũ trụ thay đổi trong sự ngỡ ngàng của chúng ta; đó không phải là những khối tro lì lặng lẽ lăn đi trong đêm tối vĩnh hằng mà ngón tay của Nàng Thơ đã chỉ ra trên trời, mà đó là sự sống, sự sống bao la, toàn năng, vĩnh hằng, đang diễn ra như những con sóng hải hoà trải dài đến tận những chân trời chẳng thể tiếp cận được của vô hạn, cái luôn chạy trốn chúng ta!

Những kết quả mới tuyệt diệu làm sao!

Lộng lẫy biết bao nhiêu đề mà chiêm ngưỡng!

Những vùng tuyệt đẹp thật đáng được đi qua!

Một loạt các bức tranh đề mà ngưỡng mộ, trong cuộc tìm kiếm cao quý và hiển hoa của tư tưởng nhân loại – những cuộc tìm kiếm cao cả không phải trả giá bằng máu, bằng nước mắt mà còn mang lại cho chúng ta ý thức về cái Chân, trong sự chiêm ngưỡng cái Đẹp.

Camille Flammarion
Thiên văn học đại chúng, 1925